With the best compliments of the Author

ARBEIT AUS DEM
BOTANISCHEN MUSEUM DER EIDGENÖSS. TECHNISCHEN HOCHSCHULE

MONOGRAPHISCHE STUDIEN AM ZUGERSEE

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN
TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER

WÜRDE EINES DOKTORS DER
:: NATURWISSENSCHAFTEN ::

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

ADOLF BRUTSCHY,
DIPL. FACHLEHRER IN NATURWISSENSCHAFTEN
AUS RHEINFELDEN

REFERENT: HERR PROF. DR. C. SCHRÖTER
KORREFERENT: HERR PROF. DR. P. JACCARD

STUTTGART 1912
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
NÄGELE & DR. SPROESSER

LIBRARY

THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA
SANTA BARBARA

PRESENTED BY

FREDERICK E. CLEMENTS

ARBEIT AUS DEM
BOTANISCHEN MUSEUM DER EIDGENÖSS. TECHNISCHEN HOCHSCHULE

MONOGRAPHISCHE STUDIEN
AM ZUGERSEE

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN
TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER

WÜRDE EINES DOKTORS DER
:: NATURWISSENSCHAFTEN ::

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

ADOLF BRUTSCHY,
DIPL. FACHLEHRER IN NATURWISSENSCHAFTEN
AUS RHEINFELDEN

REFERENT: HERR PROF. DR. C. SCHRÖTER
KORREFERENT: HERR PROF. DR. P. JACCARD

STUTTGART 1912
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
NÄGELE & DR. SPROESSER

Druck der Chr. Belser'schen Buchdruckerei in Stuttgart.

QK
331
B-5

Vorwort.

Vorliegende Arbeit wurde im April 1906 auf Anraten von Herrn Professor Schröter in Angriff genommen. Unter seiner Leitung besuchte ich den Zugersee zunächst monatlich 2 mal von Zürich aus. Von 1908 an mußte ich mich teils infolge der umständlicheren Verkehrsverhältnisse von meinem Wohnort Seon aus, teils infolge weitgehender Inanspruchnahme durch mein Lehramt auf nur einen monatlichen Besuch beschränken.

Herr Professor Schröter war stets bemüht, mir alle Neuerscheinungen der Fachliteratur zukommen zu lassen. Dieser Freundlichkeit habe ich es zu verdanken, daß ich meine Arbeit neben meiner Berufstätigkeit vollenden konnte, ohne diese unterbrechen zu müssen. Es ist mir deshalb eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer und freundlichen Berater an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Mein Dank gebührt auch den Herren Professoren Früh, Heim und Heuscher in Zürich, Prof. Bieler in Zug, Prof. Bachmann in Luzern und Secundarlehrer Meister in Horgen für ihre bereitwilligst erteilten Auskünfte, sowie der Direktion der Seetalbahn für die weitgehendste Vergünstigung bei Benützung ihrer Strecke.

Seon, im Juli 1911. Der Verfasser.

Monographische Studien am Zugersee.

Von ADOLF BRUTSCHY (Rheinfelden).

(Mit Taf. I (Fig. 1), 13 Textfiguren und 12 Tabellen.)

I. Physische Verhältnisse.

1. Das Seebecken.

A. Lage und morphologische Verhältnisse.

Die Mitte der Längsachse des Zugersees liegt bei 47° 04' nördl. Breite und 8° 29' östl. Länge von Greenwich im Gebiete der schweizerischen Kantone Zug, Schwyz und Luzern. Er gehört zur Reihe der cisalpinen Randseen.

In seinem Süden erhebt sich steil und trotzig die Rigi (1800 m), die aus nach Süden fallenden, wechsellagernden Schichten von Molasse-Nagelfluh und -Mergel aufgebaut ist. Im Osten begleiten ihn der geologisch gleich gebaute Roßberg (1684 m) und der breite, nur wenig gegliederte Rücken des Zugerberges (975 m), ein Rest

Fig. 2. Zugersee von Rigi-Kulm aus.

Phot. Gebr. Wehrli A.-G. Kilchberg.

der präglacialen Landoberfläche (Lit. 62[1], pag. 471) zwischen Jura und Alpen, in die durch Erosion die heutigen Täler eingeschnitten worden sind. Das Westufer ist stark gebuchtet. Zwei Halbinseln, der Kiemen (605 m) und der Kirchberg von Risch (534 m), beide aus erosionsresistenten Nagelfluhschichten bestehend (Lit. 41), ragen in den See hinaus vor und lassen sich auch noch unter Wasser verfolgen. Zwischen den beiden Erhebungen liegen die flachen Riedwiesen von Böschenrot (Lit. 24). Das Nordwest- und Nordufer, die Strecken von Buonas über Cham nach Zug werden ebenfalls durch breite Gürtel von Ried- und Sumpfwiesen gebildet.

Der Kiemen teilt den Zugersee, der hier bloß 800 m breit ist, in 2 auch morphologisch verschiedene Teile. Der südliche Teil, der „Obersee", zeichnet sich aus durch die steilen Ufer, die jäh abfallen und so Raum gewähren für einen „Schweb" von 3,5 km Länge und 1,9 km Breite, in dessen Mitte die tiefste Stelle des ganzen Sees 198 m unter dem Seespiegel liegt. Von dieser Stelle an steigt die Sohle allmählig gegen den nördlich gelegenen „Untersee" an und geht in die flachen Ufer desselben über.

Die einzige, nur wenige m² große Insel „Eiele" (= Inselchen) liegt in der Nähe des Ostufers und ist der höchste Punkt einer Nagelfluhbank, die vom Nordufer des Kiemen herüberstreicht, jedoch in der Mitte der Erosion nicht hat widerstehen können.

Die Gesamtlänge des Zugersees beträgt 13,5 km, wovon auf den Obersee 6, auf den Untersee 7,5 km entfallen. Der Obersee ist 3, der Untersee 4,5 km breit. Die Oberfläche liegt 416,72 m über Meer und bedeckt ein Areal von 38,236 km².

B. Entstehung.

Der Zugersee liegt eingebettet in die autochthonen Schichten der Molasse. Im Süden fallen dieselben nach Süden ab, stehen bei Immensee nahezu senkrecht und gehen dann über in die Antiklinale, die sich in der Richtung S.O.—N.E. parallel zu den Alpen durch die ganze Schweiz hinzieht (Lit. 41). Im Norden liegen die Schichten nahezu horizontal.

Das Seebecken durchschneidet die Falten, ist also ein Quertal. Wer nun dasselbe geschaffen hat, ob Reußfluß oder Reußgletscher, diese Frage ist heute noch nicht endgültig gelöst.

[1]) Lit. = „Literaturverzeichnis No." . . .

Heim (Lit. 29) schreibt die Entstehung der Täler der erodierenden Tätigkeit der Flüsse zu. Nach ihm wäre das Zugerseetal durch die Reuß gebildet, nachträglich allerdings von ihr verlassen worden.

Aeppli (Lit. 1) stellt fest, daß sowohl die Molasse-Landoberfläche, wie die Deckenschotter Gefälle talaufwärts haben; dieselbe Beobachtung macht auch Heim (Lit. 29) an rückläufigen Terrassen, am Zürichsee. Diese Rückläufigkeit und zugleich die Entstehung der alpinen Randseen werden von ihm wie folgt erklärt:

„Die Alpen sind nach der Ausbildung der großen Erosionstäler (Flußerosion!) als starres Ganzes eingesunken und haben die Randzonen der ungestörten Molasse mit heruntergezogen, während die äußeren, entfernteren Teile der Molasse stehen geblieben sind. So ist der obere Teil der Täler in den Randzonen von rückläufigem Gefälle geworden und unter Wasser gesunken."

Im Gegensatz zu dieser Auffassung stehen Penck und Brückner, welche die Hauptarbeit der Erosion nicht den Flüssen, sondern der Energie der Gletscher und dem am Grunde derselben mitgleitenden Schutt zuschreiben.

Brückner bestreitet die Rückläufigkeit des Gefälles der Landoberfläche und schreibt darüber folgendes (Lit. 62, pag. 537 ff.):

„Entstehung des Vierwaldstätter- und Zugersees durch Übertiefung. Der Vierwaldstätter- wie der Zugersee sind sowohl in den präglacialen, als auch in den interglacialen Talboden eingesenkt. Dabei sind die Becken in festem Gestein, wie am Vierwaldstättersee (Tiefe 214 m) bei Luzern und Küßnach direkt zu sehen ist. Am Zugersee (Tiefe 198 m) muß man darauf schließen, da sein Boden in 219 m Meereshöhe und damit 120 m unter dem Niveau der Felsschwelle liegt, über die die Reuß bei Birmensdorf einen Ausläufer des Jura passiert.

„Wenn irgend ein See am Fuße der Alpen durch seine Form ein ertrunkenes Talsystem im Sinne von A. Heim darstellt, so wäre das der Vierwaldstättersee mit seinen mannigfachen Zipfeln. Es ist daher von besonderer Bedeutung, daß auch für ihn sich die Abwesenheit einer Rücksenkung der Alpen seit der Entstehung der präglacialen Landoberfläche nachweisen läßt. Die letztere hat nämlich von Flüelen bis zum Zugerberg und weiterhin bis zum Jurafuß stets ein Gefälle von den Alpen fort; nirgends auf der ganzen Strecke sind Spuren einer Rückläufigkeit zu treffen. Die

Annahme der Entstehung der Seen durch eine Rücksenkung des alpinen Teils des Reußtales gegenüber dem im Vorland gelegenen ist daher ausgeschlossen. Die Existenz der Seen kann nicht auf eine Dislokation, sondern nur auf Erosion zurückgeführt werden. Auch der Zugersee und der Vierwaldstättersee sind durch glaciale Erosion entstanden und zwar in der Quartärperiode. Alpnacher- und Küßnacherbucht sind nicht ertrunkene Seitentäler, sondern glaciale Zungenbecken, die dem Streichen der Schichten folgen."

Dieselbe Ansicht vertritt auch Frey (Lit. 23, pag. 169).

Nach der Bildung der Hohlform hat die Lorze mit Unterstützung der übrigen Zuflüsse das Becken angefüllt. Noch waren die Molasseanhöhen im Norden nicht durchschnitten. Das Niveau des Sees muß also unmittelbar nach seiner Entstehung höher gelegen haben als heute. Das geht hervor aus dem Delta, das etwa 4 km nördlich Zug in der Nähe von Blickensdorf über 500 m ü. M., also etwa 100 m über dem heutigen Seeniveau liegt (Lit. 1, pag. 88; 41, pag. 412; 23, pag. 167). Östlich Baar finden sich 450—500 m ü. M. Ablagerungen von Seekreide, die nur aus dem ehemaligen Zugersee stammen können, der höher lag und größer war als der heutige (Lit. 1, pag 88; 23, pag. 168).

Nach und nach sägte sich der Abfluß im weichen Molassefels ein (Lit. 23, pag. 167), und der See wurde auf sein heutiges Niveau herabgesetzt, wodurch natürlich auch die Oberfläche verkleinert wurde.

Aber auch andere Faktoren wirkten und wirken noch heute bei der Verkleinerung des Seebeckens mit. Es sind dies die Schilfrohrbestände, die unter Bildung von Torf (Lit. 41, pag. 439) das Westufer seewärts verschoben haben, und die Lorze, die mit ihrem Geschiebe ein mächtiges Delta in den See hinaus getragen hat.

Diese Ablagerungen der Lorze waren nicht immer gleich beschaffen. Wenn in der Schuttzufuhr Unterbrechungen eintraten, setzte sich aus dem See Schlamm nieder. So entstanden wechselnde Schichten von seewärts fallenden, festen Kiesbänken und von losem, schlüpfrigem Mergel (Lit. 31).

Diese Schichtung hat zu einigen Katastrophen geführt, die für die Anwohner von Zug sehr verhängnisvoll geworden sind. In den Jahren 1435, 1594 und 1887 kamen die über den Mergelschichten ruhenden Geröllmassen ins Gleiten und stürzten in den See, jedesmal ganze Häuserreihen und eine Anzahl Menschen mit sich reißend.

Wie das Gesamtbecken eines jeden Sees einem allmählichen Werdegang unterworfen ist, so sind auch seine Ufer nicht immer gleich gewesen, sondern durch verschiedene Faktoren nach und nach in ihrer heutigen Gestalt modelliert worden. Zwei derselben sind schon genannt worden, nämlich die Deltabildung durch die Lorze und selbstverständlich auch durch die übrigen Zuflüsse, jedoch nirgends in so großem Maßstabe, und die verlandende Wirkung der Schilfzonen am Flachufer des Untersees.

Ein ebenso wichtiger Faktor für die Modellierung des Ufers ist die Energie des am Zugersee oft heftig brandenden Wellenschlages, der die ursprüngliche Uferwand mechanisch erodiert hat und diese Arbeit noch immer fortsetzt.

Aber nicht überall hat die erodierende Energie des Wellenschlages denselben Erfolg davongetragen. Die harten Felsen am Kiemen und an anderen Orten des Obersees haben ihr Widerstand geleistet und sich wenigstens zum Teil noch in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten, so daß z. B. noch heute an verschiedenen Stellen die von den Gletschern glatt geschliffenen Flächen zu sehen sind.

Der Form der Ufer nach steht der Zugersee im geologischen Reifealter (Lit. 22, pag. 43).

2. Das Wasser.

A. Hydrometrische Verhältnisse.

Der Zugersee, im Flußgebiet der Reuß gelegen, bezieht seine Wasser aus einem Sammelgebiet von 246,278 km² Fläche. Sein wichtigster Zufluß ist die Lorze. Sie sammelt sich aus den Wassern des Aegerisees (726 m ü. M.) und des Aegeritales, eilt durch das in diluviale Ablagerungen und horizontale Molassesandsteinschichten eingeschnittene Lorzetobel (Lit. 1) in die Tiefe, umfließt in weitem Bogen Baar und Zug und mündet 2 km östlich von Cham in den See.

Außer der Lorze verzeichnet die Siegfriedkarte (1: 25 000) ca. 70 meist unbedeutende Zuflüsse. Der Lotenbach entwässert den südlichen Zugerberg und mündet beim gleichnamigen Weiler in die Kiemenenge. In steilen Furchen fallen die Rigiaa und der Ghürschbach von der Rigi herunter in den Obersee.

Der Abfluß, durch im Dienste von Fabriken stehende Schleusen

geregelt, heißt wie der Hauptzufluß Lorze und verläßt den See bei Cham, nur 2 km vom Einfluß entfernt, um durch das postglacial gebildete Tal (Lit. 23, pag. 507) der Reuß zuzueilen.

Der Pegelstand, im Mittel 416,72 m ü. M., ist nur geringen Schwankungen unterworfen. Die mittleren Sommermaxima und Winterminima wichen seit Aufnahme der regelmäßigen Pegelbeobachtungen (1867) nur um je 8 cm vom Mittelstand ab. Doch sind auch stärkere Pegelschwankungen nicht ausgeschlossen. Der niedrigste Wasserstand mit 42 cm unter dem Mittel wurde im Winter 1890/91, kurz bevor der See zugefror, beobachtet, der höchste mit 87 cm über dem Mittel im Sommer 1897.

B. Thermisches Verhalten.

Die Temperaturmessungen wurden anfangs an den von Halbfass für die von ihm organisierten internationalen Seen-Temperaturbeobachtungen festgesetzten Daten, später bei jedem Besuche ausgeführt. Ich bediente mich dazu eines Negretti-Zambra - Thermometers. Die Verkehrsverhältnisse zwischen meinem Wohnort und dem Zugersee zwangen mich, die Beobachtungen auf die tiefste Stelle zu beschränken, die indessen wohl auch die interessantesten Aufschlüsse geboten haben mag. Die dreijährige Beobachtungsperiode mußte leider im Herbst 1907 eine längere Unterbrechung erleiden.

Da die Gesamtresultate der drei einzelnen Jahre nur geringe, durch den allgemeinen Witterungscharakter bedingte Abweichungen voneinander aufzuweisen haben, darf ich mir wohl eine Detailbesprechung aller thermischen Vorgänge erlassen und verweise auf die Tabelle I, was ich mir angesichts der umfangreichen Literatur über dieses Gebiet wohl erlauben darf.

Ich teile das „thermische Seejahr“ ein wie Pfenniger (Lit. 63).

1. Die Periode der Sommerstagnation beginnt anfangs April und dauert bis zur zweiten Augusthälfte.

2. Die Sommerteilzirkulation setzt zu Ende August ein und findet ihren Abschluß erst in den Tagen größter Winterkälte, etwa in der zweiten Januarhälfte.

3. Die Herbstvollzirkulation ist nur von kurzer Dauer und erstreckt sich auf einige Tage der strengsten Kälteperiode, meist anfangs Februar.

4. Das Stadium der Winterstagnation ist je nach

Tabelle I.

Temperaturen im Zugersee. 1906—1909.

Tiefen	1906					1907						1908											1909			Tiefen
	25. V.	24. VI.	21. VIII.	17. X.	18. XI.	8. I.	12. II.	26. II.	2. IX.	5. X.	16. XII.	7. II.	21. III.	5. IV.	27. IV.	27. V.	11. VI.	10. VIII.	23. IX.	15. X.	22. XI.	20. XII.	10. I.	14. II.	6. III.	
0	12,6	19,2	21,6	15,3	9,3	4,6	1,9	2,9	21,0	16,1	10,2	4,2	4,4	4,7	6,5	13,4	15,9	19,5	12,2	11,2	8,8	6,5	4,7	3,5	2,5	0
2	10,9	19,2	19,8	14,7	9,4	4,6	2,0	2,9	20,5	16,2	10,25	4,2	4,4	4,7	6,5	12,6	15,2	19,2	12,15	11,2	9,0	6,5	4,7	3,5	2,5	2
5	10,0	18,9	19,6	14,4	9,4	4,6	2,1	2,9	20,4	16,0	10,25	4,2	4,4	4,7	6,5	12,2	15,1	19,0	12,15	11,2	9,0	6,5	4,7	3,5	2,5	5
7	9,7	18,0	19,4	14,4	9,4	4,6	2,1	2,9	19,9	15,8	10,25	4,2	4,3	4,6	6,5	11,4	14,8	18,9	12,0	11,0	9,0	6,5	4,7	3,5	2,5	7
10	8,8	12,2	18,5	14,4	9,4	4,6	2,4	2,9	13,5	13,8	10,25	4,1	4,3	4,5	6,5	9,4	14,5	18,5	12,0	10,8	8,9	6,5	4,7	3,5	2,5	10
15	7,4	7,9	10,4	9,8	9,4	4,6	3,0	3,0	8,5	11,0	10,2	4,1	4,3	4,4	6,3	7,8	12,6	15,5	10,4	10,0	8,9	6,5	4,7	3,5	2,5	15
20	6,1	6,4	7,0	5,6	9,3	4,6	3,2	3,0	—	—	7,9	—	—	4,4	6,1	7,2	—	13,6	—	9,0	—	6,5	4,7	3,5	2,6	20
25	5,4	5,6	6,0	5,4	5,7	4,6	3,4	3,05	5,75	7,0	6,8	4,25	4,25	4,4	6,0	6,2	7,8	10,7	9,0	8,6	8,0	6,5	4,7	3,5	2,75	25
35	4,9	4,8	5,1	5,0	5,4	4,6	3,4	3,3	5,0	5,2	5,5	4,25	4,25	4,3	5,2	5,6	6,0	7,2	6,5	7,4	5,7	6,0	4,7	3,75	3,1	35
50	4,6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,6	3,6	3,8	4,6	4,5	4,8	4,25	4,25	4,25	4,6	4,5	5,0	6,6	5,8	6,4	5,2	5,0	4,5	3,9	3,5	50
75	4,4	4,5	4,4	4,4	4,4	4,5	4,1	4,3	—	—	—	—	4,2	4,2	4,4	4,25	4,3	4,7	5,0	5,0	4,8	4,4	4,3	4,0	4,0	75
100	4,4	4,4	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,35	—	—	—	—	4,2	4,2	4,2	4,25	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2	100
150	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	—	—	—	—	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,25	4,4	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2	150
198	4,8	4,8	5,0	4,8	4,8	4,4	4,4	4,5	—	—	—	—	4,2	4,2	4,4	4,4	4,4	4,8	4,8	4,6	4,5	4,2	4,2	4,2	4,2	198

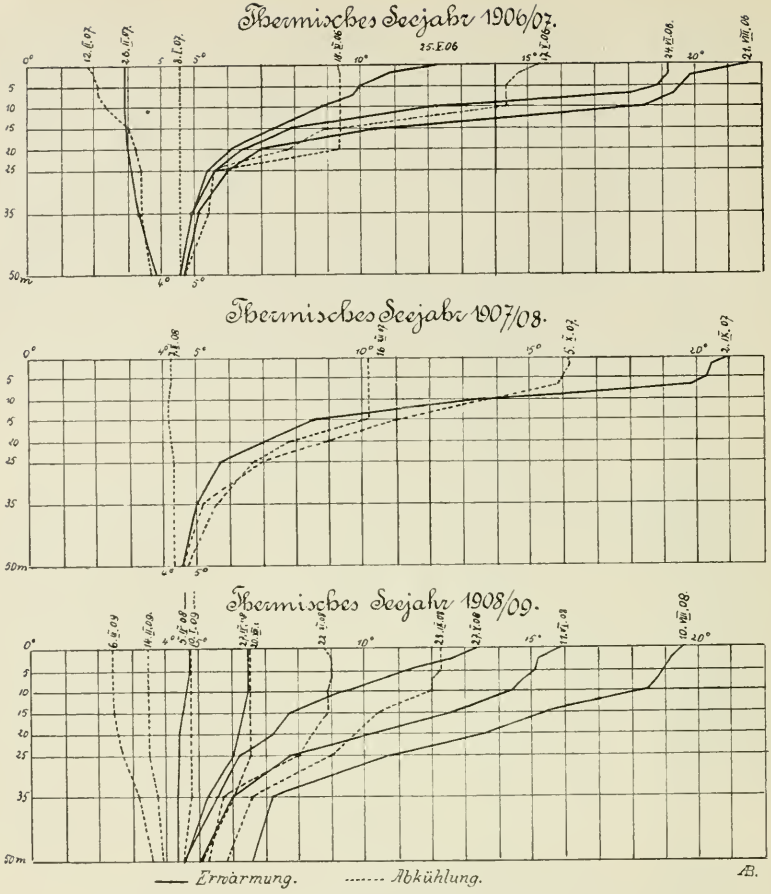


Fig. 3. Graphische Darstellung der Temperaturen.

den Witterungsverhältnissen mehr oder weniger ausgeprägt und dauert bis Ende Februar.

5. Die Winterteilzirkulation und

6. Das nie vollkommen beobachtete Stadium der Frühlingsvollzirkulation erstrecken sich über den Monat März.

Je nach den allgemeinen klimatischen Verhältnissen sind starke Verschiebungen in den angegebenen Zeiten möglich. Nach warmen Sommern kann der Wärmevorrat so groß sein, daß das Stadium der Winterstagnation unterdrückt wird und sich die Herbst- und Frühlingsvollzirkulation aneinanderhängen. (Vergl. Frühling 1908.)

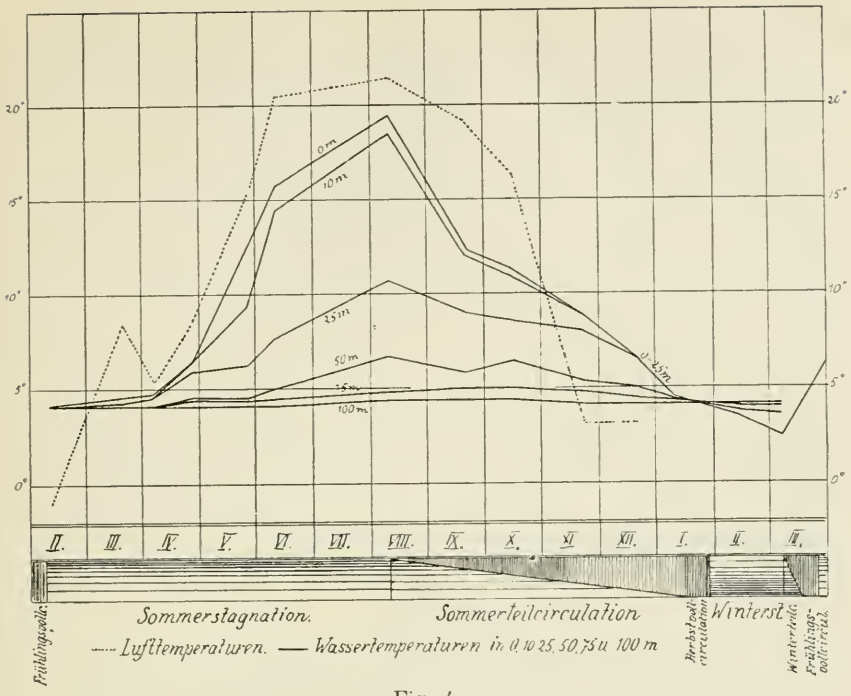


Fig. 4.

Graphische Darstellung der Luft- und Wassertemperaturen. 1908/09.

Die minimale gemessene Temperatur betrug am 12. Februar 1907 1,9°. Da nach RICHTER (Lit. 64) die Seen bei Abkühlung unter + 2° gefrieren, hätte sich damals auch der Zugersee in eine Eisdecke hüllen müssen. In der Tat waren auf dem Obersee vereinzelte, im Entstehen begriffene Eisflöße zu bemerken, und bei Zug war der See von einer großen Fläche fast tragfähigen Eises bedeckt. Beinahe hätte also der Zugersee das Schicksal einer großen Zahl

Tabelle II.

Temperaturschwankungen in verschiedenen Tiefen.

	Max.	Min.	Differenz	Mittel
				Jahresm.
Luft	29,3°	— 8,3°	37,6°	9.0°
0 m	19,5°	2,5°	17,0°	11,0°
10 „	18,5°	2,5°	16,0°	10,5°
25 „	10,7°	2,75°	7,95°	6,725°
35 „	7,4°	3,1°	4,3°	5.25°
50 „	6,6°	3,5°	3,1°	5,05°
75 „	5,0°	4,0°	1,0°	4,5°
100 „	4,4°	4,2°	0,2°	4,3°
150 „	4,4°	4,2°	0,2°	4,3°
198 „	4,8°	4,2°	0,6°	4,5°

allerdings weniger tiefer Seen geteilt. Wenn das nicht geschehen ist, so ist das seiner großen Tiefe zuzuschreiben, die das Eintreten der Herbstvollzirkulation so lange hinausschiebt, bis in der Luft schon wieder Erwärmung eingetreten ist.

Daß der Zugersee aber trotz seiner Tiefe gegen das Gefrieren nicht völlig gefeit ist, geht aus den Chroniken hervor, die von „Gefrörnen" erzählen aus den Jahren 1623, 1659, 1683, 1691, 1695, 1830 und zuletzt 1891. Merkwürdigerweise begann diese letzte Gefrörne auf dem Obersee und dehnte sich erst 2—3 Tage später auf den Untersee aus.

Die sommerliche Erwärmung geht bis in die Tiefe von 100 m, die ihre maximale Temperatur erst dann erreicht, wenn an der Oberfläche schon längst wieder die Abkühlung eingesetzt hat, nämlich im Oktober. Unter 100 m Tiefe herrscht die konstante Temperatur von etwas mehr als 4° (vergl. Tab. II).

Tabelle III.

Die Sprungschicht. 1906. (Temperaturabnahme per Meter.)

Tiefen	25. V.	24. VI.	21. VIII.	17. X.	18. XI.	8. I.
0—2	**0,85°**	0,0°	0,6°	0,30°	—0,01°	0°
2—5	0,30°	0,10°	0,10°	0,10°	0°	0°
5—7	0,10°	0,45°	0,10°	0°	0°	0°
7—10	0,30°	**2,7°**	0,30°	0°	0°	0°
10—15	0,28°	0,86°	**1,62°**	**0,92°**	0°	0°
15—20	0,26°	0,30°	0,68°	**0,84°**	0,02°	0°
20—25	0,14°	0,16°	0,20°	0,04°	**0,72°**	0°
25—35	0,05°	0,08°	0,09°	0,04°	0,03°	0°
35—50	0,02°	0,01°	0,03°	0,03°	0,05°	0°

Die thermische Stratifikation ist besonders deutlich ausgeprägt zur Zeit intensivster Durchwärmung, also im Hochsommer. In dieser Zeit liegt unter einer warmen Oberflächenschicht eine Schicht, in der die Temperatur rasch, in einem „Sprung" auf die Temperatur der Tiefe abfällt. Diese „Sprungschicht" ist also eine relativ dünne Schicht mit großen Temperaturdifferenzen. Sie ist schon im Mai zu erkennen und wird immer deutlicher, bis sie im Hochsommer zur Zeit intensivster Durchwärmung am prägnantesten wird. Dann wird sie wieder undeutlicher und schließlich von der

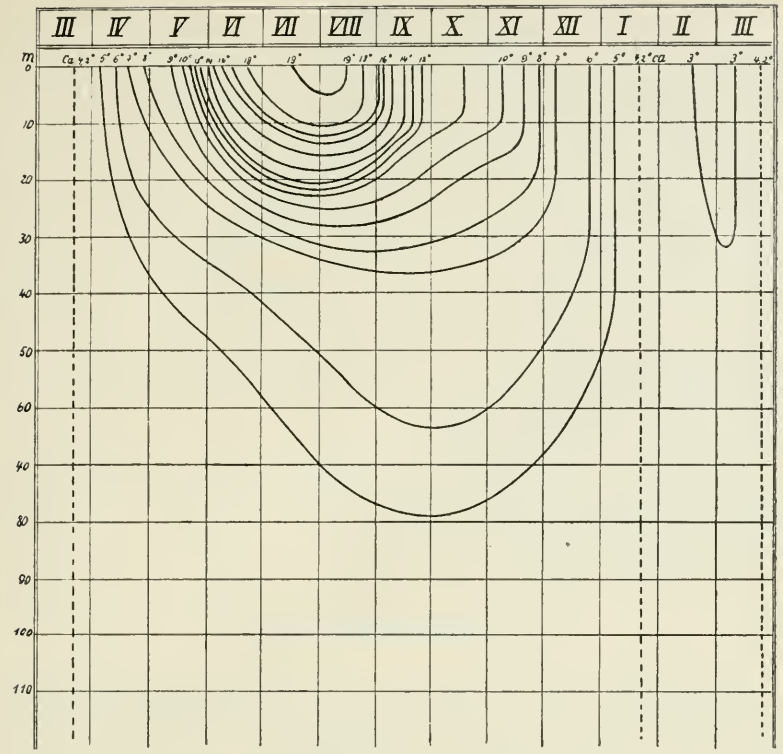


Fig. 5. Temperaturen des Zugersees. 1908/1909.
Die Kurven verbinden Tiefen gleicher Temperatur.

herbstlichen Teilzirkulation verwischt. Gleichzeitig sinkt sie von wenigen dm Tiefe im Frühling bis auf ca. 20 m im Spätherbst. Zur Zeit ihrer größten Deutlichkeit liegt sie zwischen 10 und 20 m.

Über die Ursache der Sprungschicht sind verschiedene Meinungen geäußert worden. Am meisten hat die von Richter für sich, der in der Sprungschicht die Grenze sieht, bis zu der die durch tägliche Erwärmung und darauf folgende Abkühlung in der Nacht entstehenden Konvektionsströmungen wirksam sind. Das Tiefersinken der Sprungschicht ließe sich erklären mit der starken Abkühlung durch Ausstrahlung in den hellen Sommernächten.

Unterhalb der Sprungschicht sind die Temperaturdifferenzen nur klein, und nur langsam nähert sich mit zunehmender Tiefe die Temperatur der Konstante von ca. 4,3°. Am Grunde jedoch tritt während der Sommermonate regelmäßig eine Erwärmung um einige Zehntelgrade ein, eine Erscheinung, die auch in vielen anderen Seen beobachtet worden ist (Lit. 27).

Da nur die allertiefsten Schichten von dieser Erwärmung betroffen sind, läge es nahe, hier einen Einfluß der Erdwärme, sei es durch direkte Leitung, sei es durch warme Quellen zu vermuten. Dann müßte diese Erscheinung das ganze Jahr konstant andauern. Dasselbe müßte der Fall sein, wenn die höhere Ablesung eine bloße Folge einer Zusammenpressung der Thermometerwand wäre. Tatsächlich aber haben wir es mit Saisondifferenzen zu tun. Forel hat als Ursache dafür das warme, mit suspendierten und gelösten Mineralstoffen beschwerte Wasser der Zuflüsse erkannt, das infolge seines höheren spezifischen Gewichtes auf den Grund des Beckens fließt und seine Wärme den darüber liegenden Schichten nur langsam abgibt (Lit. 22).

Infolge seines thermischen Verhaltens muß der Zugersee der Gruppe der typischen temperierten Seen von Forel (Lit. 22) zugeteit werden.

C. Optisches Verhalten.

1. Farbe des Wassers. Die Eigenfarbe des Wassers wurde durch Vergleichen mit der Forelschen Farbenskala (Lit. 21) festgestellt und entsprach meist den blaugrünen Tönen von No. 6 oder 7. Das Wasser des Obersees war stets etwas blauer als das des Untersees.

Chemisch reines Wasser hat nach Forel tiefblaue Farbe, Nr. 1 der Forelschen Skala. Wenn nun im Zugersee mehr grüne Töne vorherrschen, so ist das 2 Ursachen zuzuschreiben:

1. den im Wasser suspendierten Körperchen,
2. den im Wasser gelösten organischen Stoffen.

Unter letzteren fällt nach Forel namentlich die Humussäure in Betracht, die wohl in großen Mengen mit dem Lotenbach und der Lorze von den Torflagern auf dem Zugerberg und am unteren Ende des Aegerisees dem Zugersee zugeführt werden. Da dieser Gehalt an Humussäure wohl für das ganze Jahr als konstant betrachtet werden darf, so müßte das Wasser auch immer dieselbe Farbe haben.

Dem ist aber nicht so. Im Mai und Juni 1908 stieg die Nummer der Skala auf ca. 8—9; das Wasser zeigte eine Beimengung von gelblichen Tönen; das Gesamtresultat war ein helleres Grün. Diese

Tabelle IV a.
Protokoll pro 1906.

Datum	Witterung	Oberfläche Temp.	Transparenz	Planktonvolum [1])	Dominierende Planktonspezies. Bemerkungen
19. IV.	schön, windstill		12,0	8	*Asterionella gracillima*
3. V.	klar, windstill		3,75	8	
25. V.	Regen	12,6°	3,75	8	
30/31. V.	(Nacht)			6	
12. VI.	bedeckt, Sturm		3,5	5	Seeblüte
28. VI.	klar	19,2°	5,5	6	
5. VII.	bedeckt, Bise			4	*Ceratium hirundinella*
19. VII.	klar		4,3	4	
3. VIII.	„		4,3	2	
1. IX.	„	21,6°	4,4	2	
5. X.	„		6,2	6	
17. X.	bedeckt	15,3°	7,8	6	
13. XI.	„		8,4	6	*Cyclotella socialis*
19. XI.	Regen	9,3°	9,5	6	
9. XII.	bedeckt	7,0°	8,6	6	
22. XII.	„	5,5°	10,5	4	

[1]) cm^3 per m^2.

Tabelle IV b.
Protokoll pro 1907.

Datum	Witterung	Oberfläche Temp.	Transparenz	Farbe	Planktonvolumen	Dominierende Planktonspezies. Bemerkungen.
8. I.	bedeckt	4,6°	11,8			
28. I.	„	4,3°	16,2			*Cyclotella socialis* und
12. II.	„	1,9°	16,0			*Ceratium hirundinella*
26. II.	klar	2,9°	14,8			
21. III.	„	4,2°	11,8	6	12	
29. IV	„		8,9	7	14	
6. V.	„		11,8	7	14	*Dinobryon cylindricum*
23. V.	„	10,0°	7,0	6	14	
11. VI.	„	11,4°	6,15	7	14	
21. VII.	„		4,6	7	12	*Fragilaria crotonensis*
2. IX.	„	21,0°	4,6	7	7	
3. X.	Regen	16,1°	5,25	7		*Ceratium hirundinella*
16. XII.	klar	10,2°	10,9	6	14	*Cyclotella*

Farbenveränderung ist dem in diese Zeit fallenden Auftreten einer Seeblüte von *Pinus*-Pollen zuzuschreiben. Später verlieh die in großen Mengen vorhandene *Fragilaria crotonensis* dem Wasser

Tabelle IV c.
Protokoll pro 1908.

Datum	Witterung	Luft-temperatur	Oberfläche Temp.	Transparenz	Farbe	Plankton-volum[1])	Dominierende Plankt.-spezies. Bemerkungen.
6. II.	bedeckt	1°	4,2°	14,5	5		*Cyclotella melosiroides*
22. II.	klar				6	4	*Cyclotella socialis*
1. III.	„	0°		16,1	6	5	
21. III.	„	8,2°	4,2°	16,1	6	12	*Oscillatoria rubescens*
5. IV.	Regen	4,3°		12,8	5	12	
27. IV.	Regen, W'wind	8,4°	6,5°	9,9	5	8	
20. V.	klar	25,1°		4,0	8		*Ceratium hirundinella*
27. V.	„	15,4°	13,4°	3,5	8	10	Seeblüte
11. VI.	„	20,4°	15,9°	4,8	8	13	*Asterionella gracillima*
31. VII.	„	25°		4,6	7	10	
10. VIII.	„	21,4°	19,5°	4,6	9	6	
23. IX.	Regen	19,1°	12,2°	4,6	7	11	
15. X.	klar	16,1°	11,2°	6,3	7	7	*Ceratium hirundinella*
1. XI.	bedeckt, W'wind	5,3°		9,35	7	6	
22. XI.	Regen	3,1°	8,8°	9,2	7	6	
20. XII.	klar	3,1°	6,5°	11,1	6	8	*Fragilaria crotonensis*

[1]) cm^3 per m^2.

Tabelle IV d.
Protokoll pro 1909.

Datum	Witterung	Luft-temperatur	Oberfläche Temp.	Transparenz	Farbe	Plankton-volumen	Dominierende Plankt.-spezies. Bemerkungen.
10. I.	klar, Bise	4,7°	4,7°	12,2	6	6	*Ceratium hirundinella*
14. II.	„	3,5°	3,5°	3,5	6	12	*Fragilaria crotonensis*
6. III.	„	2,5°	2,5°	16,9	7		*Fragilaria crot. Asterionella gracillima*
23. IV.	klar	19,5°	10,8°	7,4	7		*Asterionella gracillima*
21. VI.	„			5,5	7		*Ceratium hirundinella*

einen bräunlichen Ton, wie dies Ule[1]) auch in nordischen Seen beim massenhaften Auftreten von Diatomeen beobachtet hat. Der August brachte ein nochmaliges Überhandnehmen der hellgrünen Töne, das aber diesmal seine Ursache in dem durch die Flüsse in den See gebrachten, im Wasser suspendierten Mineralschlamm hatte.

[1]) Ule, Beitrag zur Instrumentenkunde auf dem Gebiete der Seenforschung.

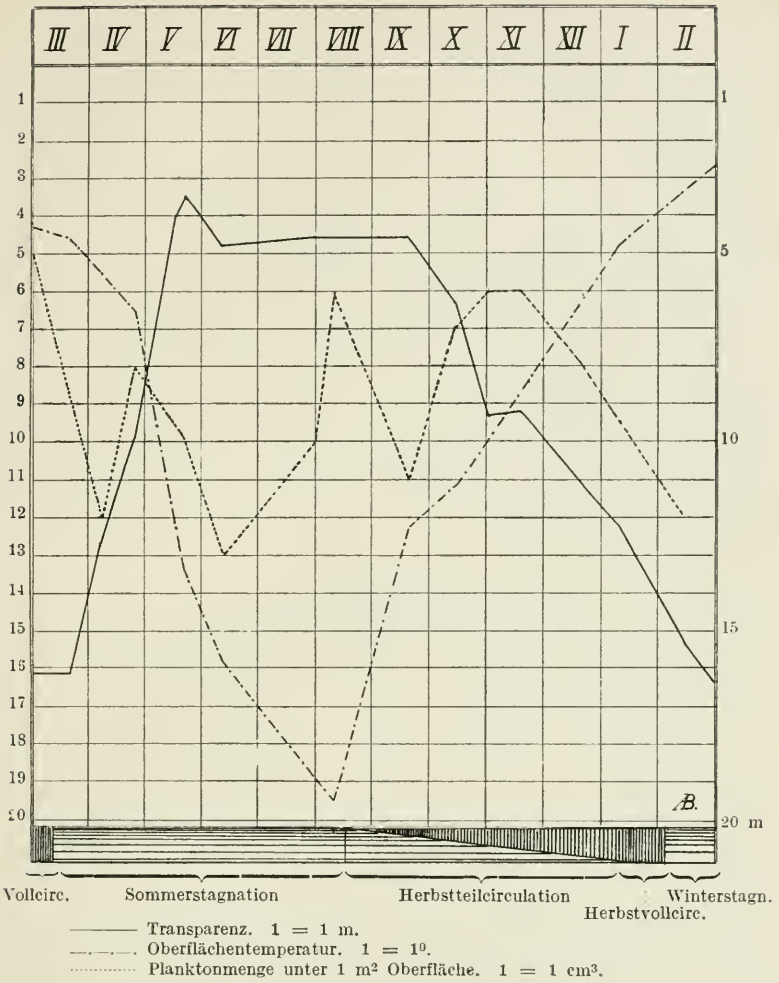


Fig. 6. Transparenzkurve 1908/09.

Am dunkelsten war das Wasser stets im Winter, wenn es weder durch den Mineralschlamm der Flüsse, noch durch sonstige zahlreiche suspendierte Körperchen getrübt war. Doch war auch dann stets der Einfluß der dunkelgrün färbenden Humussäure bemerkbar.

Die Farbe des Wassers ist also außer der konstant vorhandenen Humussäure abhängig von der Menge der im Wasser suspendierten festen Körperchen und eventuell (Diatomeen!) deren Eigenfarbe.

2. Transparenz. Die Transparenz wurde mit der Secchischen Scheibe nach der bekannten, oft beschriebenen

Methode regelmäßig bei jedem Besuche des Sees gemessen. Die genauen Resultate sind in den Tabellen am Anfang dieses Abschnittes eingetragen. Außerdem zeigt die umstehende graphische Darstellung den Verlauf der Transparenzkurve während des Jahres 1908. Zum Vergleich sind die Oberflächentemperaturen und die Planktonvolumina per m² Wasseroberfläche beigefügt. Die Zeit ist auf der Abscisse, die zugehörigen Werte von Transparenz, Temperatur und Planktonvolumen sind auf der Ordinate, der natürlichen Richtung der Transparenz entsprechend, aufgetragen.

Die Beobachtungen, die sich meist auf das obere Becken beziehen, haben ergeben, daß die Transparenz mit steigender Temperatur abnimmt, mit fallender Temperatur zunimmt. Wie regelmäßig dieser Einfluß der Temperatur wirkt, zeigt die Tabelle V, in der die Jahreszeitenmittel sämtlicher 3 Beobachtungsjahre zusammengestellt sind.

Tabelle V.

Transparenz 1906/09.

	1906/07	1907/08	1908/09	1906/09
Frühling	5,3 m	9,1 m	7,0 m	7,1 m
Sommer	4,3 „	4,6 „	4,6 „	4,5 „
Herbst	8,1 „	8,1 „	8,1 „	8,1 „
Winter	13,9 „	15,6 „	14,6 „	14,7 „
Mittel	7,9 „	9,35 „	8,55 „	8,6 „

Tabelle VI.

Transparenz in verschiedenen Seen.

	Zugersee	Genfersee	Vierwald-stättersee	Bodensee	Zürichsee
Beobachter	Brutschy 1906/09	Forel	Amberg 1903/04	Forel 1889/91	Lozeron 1900/01
Winter	14,7 m	15,2 m	12,93 m	6,6 m	5,5 m
Frühling	7,1 „	11,7 „	9,67 „	5,2 „	4,7 „
Sommer	4,5 „	7,4 „	6,1 „	4,3 „	3,3 „
Herbst	8,1 „	9,7 „	9,03 „	5,4 „	6,5 „
Mittel	8,6 m	11,0 m	9,4 m	5,36 m	5,0 m
Extreme					
Maximum	16,9 m	21,5 m	16,6 m	11,5 m	9,4 m
Minimum	3,5 „	6,7 „	4,4 „	1,76 „	2,6 „
Schwankung.	13,4 „	16,8 „	12,2 „	9,74 „	6,8 „

Aus der Tabelle V geht deutlich hervor, daß das Wasser jeweils im Winter am klarsten und durchsichtigsten war und zur Zeit größter Durchwärmung dem Licht den größten Widerstand entgegensetzte.

Die gewonnenen Resultate stimmen im großen und ganzen mit denen der übrigen subalpinen Seen gut überein, d. h. mit Seen, welche denselben klimatischen und ähnlichen sonstigen Faktoren unterworfen sind. In der Tabelle VI sind die Transparenzwerte verschiedener Schweizerseen miteinander verglichen.

Die Abhängigkeit der Transparenz von der Temperatur ist in allen diesen Seen unverkennbar. Zweifellos sind die Transparenzminima eine Folge der durch die Erwärmung bedingten Stratifikation, wie dies namentlich Lozeron dargetan hat.

Die niedrigsten Transparenzwerte wurden jedoch nicht zur Zeit intensivster Durchwärmung des Wassers, bezw. prägnantester Temperaturschichtung, welche jeweils im August erreicht wird, sondern im Mai 1906 und 1908 mit je 3,5 m gemessen. Also müssen noch andere Faktoren auf die Transparenz einzuwirken imstande sein. In der Tat ist diese schwache Durchsichtigkeit den großen Mengen von Pollen der Kiefern am nahen Kiemen, vom Winde auf den See hinausgetragen, zuzuschreiben. Der See zeigte zu diesen Zeiten die Erscheinung der „Seeblüte", die ihn trübte. Nach dem Verschwinden derselben stieg die Transparenz wieder auf die dem Wasser seinen physikalischen Verhältnissen zufolge zukommenden Werte.

Neben den Transparenzmessungen an der tiefsten Stelle auf der Höhe von Walchwil wurden auch solche jeweils am selben Tage

Tabelle VII.

Transparenz in verschiedenen Entfernungen von der Lorzemündung.

	Arth	Walchwil	Risch	Zug
24. III. 07	13,2	11,0		
25. III. 07		11,2	10,0	6,3
23./24. V. 07	8,1	7,0		
30./31. VII. 08		4,6	3,8	3,6
23. IV. 09	8,3	8,5	8,3	7,4

an verschiedenen Orten des Sees vorgenommen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle VII verzeichnet.

Aus derselben geht hervor, daß die Transparenz im unteren Becken kleiner ist als im oberen. Die Ursache dafür ist im feinen Geschiebe der Lorze zu suchen, das sich im Wasser in der Nähe der Mündung verteilt und dasselbe trübt. Die Verunreinigung des Wassers mit solchen Mineralteilchen ist um so kleiner, die Transparenz um so größer, je mehr wir uns von der Lorzemündung entfernen.

Da diese Regel nicht nur für die Lorze, sondern in größerem oder kleinerem Maße auch für alle übrigen Zuflüsse gilt, je nach ihrer Stoßkraft, läßt sich die scheinbare Abweichung vom 23. April 1909 leicht erklären. Die Transparenz bei Arth war um diese Zeit geringer als diejenige von Walchwil, weil das Wasser durch den Mineralschlamm der infolge der Schneeschmelze ungewöhnlich starken Rigiaa getrübt war.

Die Beobachtung, daß die Transparenz mit der Entfernung von den Mündungen der Zuflüsse zunimmt, deckt sich mit den an allen bisher in dieser Richtung untersuchten Seen erhaltenen Resultaten. Sie läßt zugleich eine Erklärung der hohen Wintermaxima zu, indem die Zu- und Abflußverhältnisse derart sind, daß die Lorze das Wasser des oberen Beckens nicht zu trüben vermag.

Die hohen Maxima (vergl. Tabelle IV) erlauben, den Zugersee in die Reihe der klarsten Seen der Schweiz zu stellen; er folgt mit 16,9 m (März 1909) gleich nach dem Genfersee, in dem Forel als größten Wert 21,5 m gemessen hat.

Anderseits fallen die niedrigen Sommerminima auf. Dieselben haben ihre Ursache nicht allein in der Temperaturschichtung, sondern in der Verunreinigung durch die zahlreichen Wildbäche, die zwar bei Trockenheit ganz versiegen, aber nach starken Regengüssen viel Wasser und damit auch viel Geschiebe in den See führen. Sie wirken, wie Amberg (Lit. 3) für den Vierwaldstättersee nachgewiesen hat, bei der Herabsetzung der Transparenz im Sommer wesentlich mit. Ihr Einfluß überdeckt sich mit dem der Wärmeschichtung; die beiden die Transparenz vermindernden Faktoren verstärken sich gegenseitig.

Das Plankton scheint, wie ein Blick auf die graphische Darstellung zeigt, auf die Transparenz keinen Einfluß auszuüben.

D. Chemisches Verhalten.

Herr Professor A. Bieler, Kantonschemiker in Zug, hatte die Freundlichkeit, für mich eine Analyse vorzunehmen, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Die Proben wurden am 23. April 1909 bei Zug in 700 m Entfernung vom Ufer geschöpft und enthielten per Liter

Trockenrückstand	155 mg
Glührückstand	120 „
Glühverlust	35 „
Organische Stoffe	17,5 mg
Chloride	9 „
Ammoniak und Nitrate	Spuren
Sulfate und Eisen	„
Nitrite	0 mg
Alkalinität in Härtegraden	14 „

Eine andere Probe, 50 m vom Ufer geschöpft, zeigte nahezu dasselbe Verhalten, enthielt jedoch etwas mehr organische Stoffe, nämlich 30 mg per Liter.

II. Biologie.

A. Die Uferregion.

Allgemeiner Charakter der makrophytischen Uferflora.

Wie im Abschnitt über die Morphologie und Topographie des Zugersees von einem steilufrigen Obersee und dem flachufrigen Untersee die Rede war, so kann diese Einteilung auch in bezug auf die Besiedlung der Uferregion durch Makrophyten aufrecht erhalten werden.

Der Obersee mit seinen steil abfallenden Felsufern beherbergt nur eine spärliche Flora, deren Hauptbestandteil eine schmale Zone von *Phragmites communis*[1]) bildet. Diese wird begleitet, an einigen Stellen ersetzt durch einen ebenso spärlichen Streifen von *Schoenoplectus lacustris*. Hier und dort gesellen sich zu ihnen vereinzelte Gürtel von *Myriophyllum spicatum*, das bis in eine Tiefe von 3 m vordringt, und *Potamogeton perfoliatus*, an 2 Stellen auch

[1]) Nomenklatur nach Schinz u. Keller, Flora der Schweiz. 3. Aufl. 1909.

Potamogeton lucens bis 4 m Tiefe. Die Böschung ist bis zur Tiefe von 7 m von *Chara ceratophylla*, bald ganz spärlich, bald in lockeren Beständen besiedelt. Diese Makrophytengrenze ist zugleich auch die Grenze des biologischen Ufers.

Nur an einer Stelle, bei Immensee, finden sich alle diese Formen in einem Profil vereinigt (vergl. Figur 8, Prof. 1). An den übrigen Standorten fehlen entweder die submersen Formen oder dann das Schilfrohr und die Binse. Das letztere ist namentlich vor den zahlreichen Ufermauern der Fall, wo nur noch die submersen Pflanzen gedeihen können.

Infolge der geringen Niveauschwankungen (vergl. pag. 48) ist die Grenzflora nur schwach entwickelt und auf das Delta der Rigiaa und einige kleine Felsbuchten beschränkt. Sie ist vertreten durch *Juncus effusus* und *Juncus inflexus*. Der in der nahen Küßnachterbucht des Vierwaldstättersees vorhandene *Cyperus longus* fehlt dem Zugersee heute vollständig, muß früher aber bis hier herübergekommen sein. Einen Anhaltspunkt dafür liefert ein von Schultheß im Juli 1827 bei St. Adrian gesammeltes Exemplar, das im Herbarium helveticum der eidg. techn. Hochschule aufbewahrt wird. Der sehr wahrscheinlich ohnehin nicht große Bestand scheint unterdessen den in jener Gegend vorgenommenen Straßenbauten längs des Ufers zum Opfer gefallen zu sein.

Etwas reichhaltiger ist die Vegetation des Untersees. Namentlich sind es die flachen Uferzonen zwischen dem Kiemen und Risch, Buonas und Cham und am Nordrand, die dem Botaniker ein reiches Feld versprechen, ihn aber stark enttäuschen.

Auch hier sind es hauptsächlich *Phragmites communis* und *Schoenoplectus lacustris*, die vorherrschen und längs der genannten Uferstrecken breite Verlandungszonen bilden. Große Dimensionen nimmt das Phragmitetum namentlich bei Zweiern an, wo es eine weite Fläche in der Breite bis zu 100 m bedeckt. Diese für den Zugersee außerordentliche Breite der Schilfrohrzone ist bedingt durch eine Nagelfluhbank, die nur langsam gegen den See hin abfällt und dann in 1 m Tiefe plötzlich abbricht. Das Schilfröhricht folgt dieser Bank, ohne sie zu verlassen. Außerhalb stehen noch vereinzelte Exemplare von *Schoenoplectus lacustris*.

Eine dem Auge angenehme Abwechslung bieten die wenigen Bestände von *Nymphaea lutea*, der sich im Sumpfgraben auch *Castalia alba* beigesellt.

Ufervegetation des Zugersees.

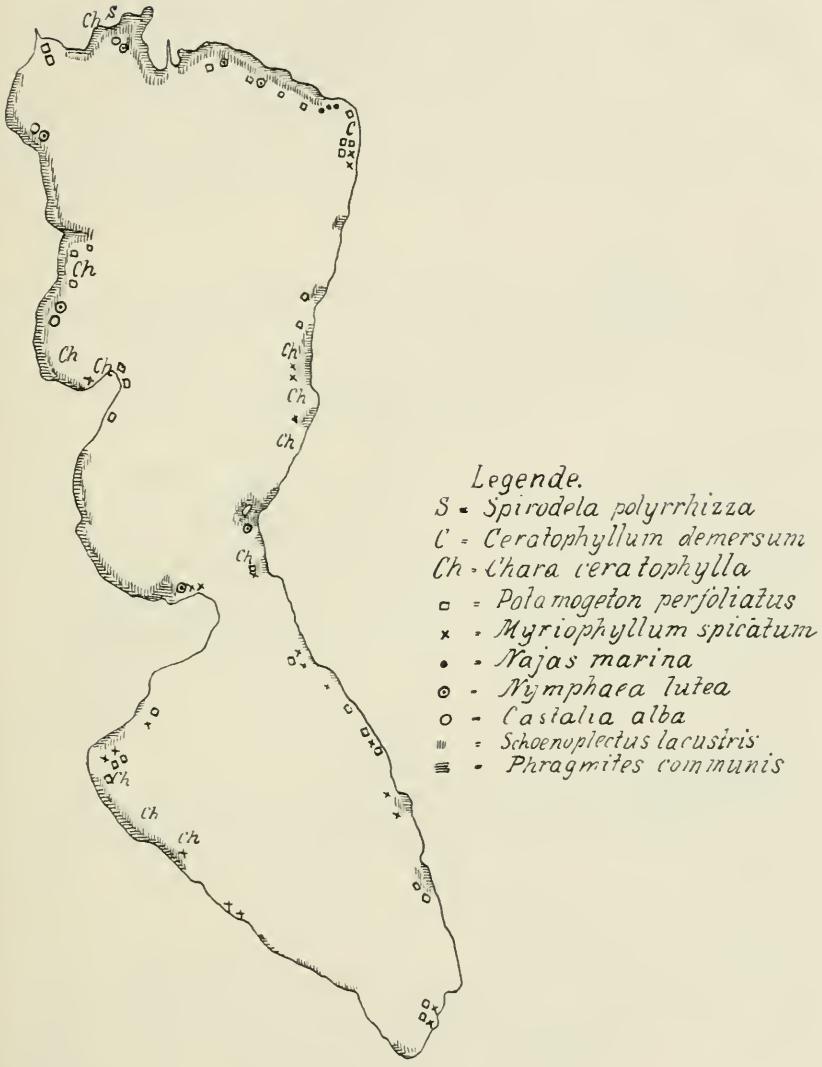


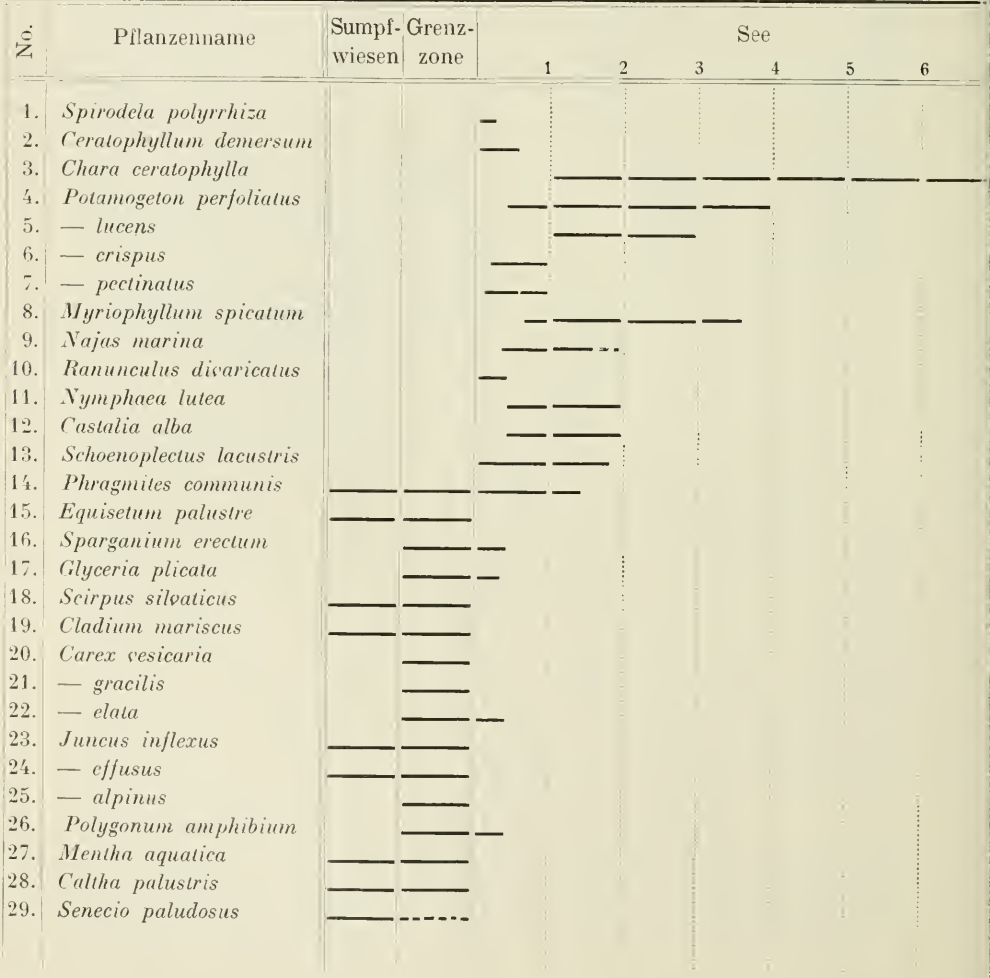
Fig. 7.

Der Gürtel der submersen Wasserpflanzen setzt sich zusammen aus *Myriophyllum spicatum, Potamogeton perfoliatus, Potamogeton lucens* (Zug), *Potamogeton crispus* (Buonas), *Potamogeton pectinatus* (Oberwil), *Najas marina* (Zug) und *Chara ceratophylla*, die am ganzen Ufer verbreitet ist, aber nur an wenigen Stellen ihre lockeren Bestände entwickelt. Ganz vereinzelt hat sich *Ranunculus divaricatus* in den Gräben am Nordufer angesiedelt.

An Schwimmpflanzen sind nur *Ceratophyllum demersum* und *Spirodela polyrrhiza* zu erwähnen, die beide nur spärlich vertreten sind. *Utricularia vulgaris*, die in einem Seitenarm des

Tabelle VIII.

Tiefenverteilung der Littoralflora.



Sumpfgrabens vorkommt, gehört schon nicht mehr zur Flora des Zugersees.

Auch landeinwärts bietet der Untersee nur wenig. Die Grenzzone ist besiedelt von *Carex elata, Sparganium erectum, Juncus inflexus, Juncus alpinus, Alisma Plantago aquatica, Polygonum amphibium, Glyceria plicata* und einigen anderen, jedoch nur schwach vertretenen Formen (vergl. Florenliste).

Hinter den flachen Uferstrecken liegen überall ausgedehnte Sumpfwiesen, deren Streue von den Anwohnern intensiv ausgebeutet wird.

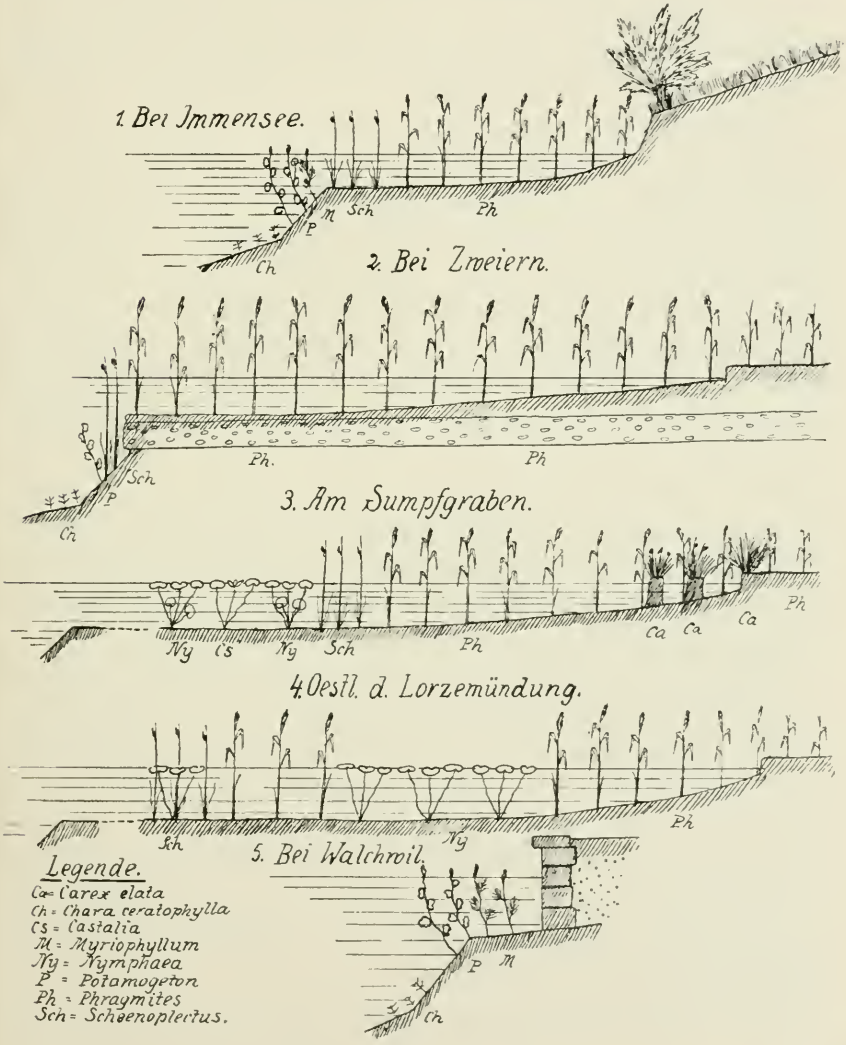


Fig. 8. Vegetationsprofile.

Florenliste.

a) Die Schwimmflora (Das Pleuston).

1. *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden findet sich nur sehr spärlich im Schutze des Röhrichts am Nordufer.

2. *Ceratophyllum demersum* L. liegt in vereinzelten Exemplaren zusammengetrieben im Hafen von Zug.

b) Submerse Wasserpflanzen.[1])

3. *Chara ceratophylla* Wallroth ist die einzige Vertreterin der in den meisten übrigen Seen mit ähnlichen biologischen Bedingungen in mehreren Formen vorhandenen Armleuchtergewächse. Sie ist im Zugersee häufig in einer Tiefe von 1—7 m.

Ich habe sie im Obersee bestandbildend an der steilen Halde südlich Immensee und vereinzelt längs der ganzen Uferlinie beobachtet, im Untersee zahlreich in der Bucht nördlich dem Schloß Buonas, etwas weniger zahlreich am Ostufer von Oberwil an südwärts bis zur „Eiele", im übrigen vereinzelt fast längs des ganzen Ufers. Sie scheint kiesiges und sandiges Ufer zu bevorzugen, sofern dasselbe nicht durch Flußanschwemmungen fortwährend neu überschüttet wird, meidet aber die schlammigen Uferpartien im Norden und Westen fast vollständig.

4. *Potamogeton perfoliatus* L. ist die im Zugersee häufigste Form der Gattung. Er ist in den beiden Varietäten, var. *densifolius* Meier und var. *rotundifolius* Sond. vorhanden. Die letztere Varietät herrscht vor, während sich die andere auf schlammigen Grund, namentlich am West- und Nordufer, beschränkt.

P. perfoliatus ist beinahe längs der ganzen Uferlinie außerhalb der Schilfzone zu finden, oft vergesellschaftet mit *Myriophyllum spicatum*, und weicht im Gegensatz zu diesem auch den Deltas der Wildbäche nicht aus. Größere Bestände bildet er bei Immensee, Arth und Walchwil, die jeweils im Spätsommer an den aus dem Wasser auftauchenden Blütenständen leicht erkenntlich sind. Er dringt bis in 4 m Tiefe vor, entfernt sich aber am flachen Ufer des Untersees kaum von der Schilfzone, sodaß dort seine untere Grenze schon bei 1,5 m liegt.

---

[1]) In verdankenswerter Weise revidiert von Herrn Dr. E. Baumann, Zürich

5. *Potamogeton lucens* L. ist im Zugersee nur an wenigen Stellen zu finden, nämlich bei Arth, Walchwil und bei der alten Badeanstalt in Zug, wo er immerhin ansehnliche Bestände bildet. Es erreicht seine maximale Tiefe bei 3 m.

6. *Potamogeton crispus* L. konnte ich im Zugersee nur an einer Stelle mit Sicherheit feststellen, nämlich an der Schifflände von Buonas. Außerdem habe ich dieses Laichkraut in einer stillen Bucht am Nordufer in einem verschwemmten Exemplar gefunden, konnte jedoch dort trotz eifrigen Suchens keinen weiteren Standort konstatieren. Auf alle Fälle ist diese Form im Zugersee sehr selten.

7. *Potamogeton pectinatus* L. tritt vereinzelt im Zugersee auf und ist bei Oberwil und auf der Südseite des Kiemen spontan zu finden.

Ein fast steter Begleiter von *Potamogeton perfoliatus* ist

8. *Myriophyllum spicatum* L. Es tritt zwar weniger bestandbildend auf, ist aber wie jener längs der ganzen Uferlinie bis zur Maximaltiefe von 3,5 m zu finden. Es scheint die Nähe menschlicher Wohnungen zu bevorzugen, in deren Nähe es nirgends fehlt, während es sonst ebenso günstige Ansiedlungsplätze dicht daneben vermeidet. Ich suche diese Erscheinung dadurch zu erklären, daß durch in den See geworfene Abfälle, Fäkalien usw., die hier langsam verwesen, das Wasser etwas reicher ist an Kohlensäure und sonstigen Nährstoffen.

9. *Najas marina* L. Das Meernixkraut ist am Nordufer westlich Zug in einigen Buchten ziemlich zahlreich vorhanden. Es bildet auf schlammig-sandigem Grunde in einer Tiefe von 0,5—1,2 m lockere Bestände.

10. *Ranunculus divaricatus* L. ist nicht sehr zahlreich, in vereinzelten Exemplaren im schmutzigen Wasser des Letzigrabens und Sumpfgrabens vorhanden. Er gehört jedoch seinem Standort nach nicht mehr zur eigentlichen Seeflora des Zugersees.

c) Emerse Wasserpflanzen.

11. *Nymphaea lutea* L. bildet an vielen Orten entweder dem Schilfrohr vorgelagerte oder von demselben in verborgenen Buchten eingeschlossene Bestände (vergl. Figur 7, Profil 3/4). Die submersen Blätter gestatten der gelben Seerose noch eine Ansiedlung, wo die weiße infolge der leichten Verletzlichkeit der Schwimmblätter nicht mehr vegetieren kann.

Standorte der gelben Seerose im Zugersee sind am Nordufer in fast sämtlichen Buchten, die durch Schilfrohrbestände vor dem Wellenschlag einigermaßen geschützt sind, im Sumpfgraben, bei Cham, beim Hofe Dersbach, in und vor dem Schilf nördlich Buonas, in der Bucht von Böschenrot und endlich am Ostufer im Schutze der „Eiele". Dem Obersee fehlen die beiden Seerosen ganz (Wellenschlag!).

12. *Castalia alba* (L.) Wood. tritt nirgends selbständig auf, sondern immer nur vergesellschaftet mit ihrer gelben Verwandten. Ihr vornehmster Standort ist der Sumpfgraben (Profil 3!), wo ihre Schwimmblätter mit denen von *Nymphaea lutea* eine weite Fläche bedecken und wo die Blütenpracht im Sommer dem Auge ein entzückendes Bild darbietet. Die beiden anderen Standorte, bei Dersbach und Buonas, weisen nur ganz wenige Stöcke auf.

d) Die Sumpfpflanzen.

α) Bestandteile der eigentlichen Seeflora.

13. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla ist ein getreuer Begleiter des Schilfrohrs. Nur an wenigen Stellen des Obersees tritt er allein in allerdings nur kleinen Beständen auf, um dieses zu ersetzen. Wie das Schilfrohr, ist auch die Seebinse nicht wählerisch, sondern siedelt sich auf jedem Boden an, sofern vom Lande her Raum

Fig. 9. Legehalme von Schilfrohr bei Risch.

dazu vorhanden ist. Sie weicht auch kiesigen Orten nicht aus, steht aber in bezug auf Besiedlungsfähigkeit dem Schilfrohr etwas nach. (Vergl. dagegen Bally, der obere Zürichsee.)

Die größte gemessene Tiefe beträgt 1,5 m, die größte Länge 2,9 m.

Südlich des Kiemen und am Nordufer überwintert die Pflanze mit am Grunde stehenden, langen, flutenden Blättern, die jedoch im Frühling nur noch leicht zerreißbare, faserige Bänder bilden. (Vergl. Schröter u. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees und Bally, Der obere Zürichsee.)

14. *Phragmites communis* L., das gemeine Schilfrohr, bildet einen dichten Kranz um den ganzen See herum, der nur durch Felspartien im Obersee und am Kiemen und durch Ufermauern (anthropogene Umformung des Ufers!) unterbrochen ist, an einigen Stellen, wie schon erwähnt, ersetzt durch die Binse.

Das Schilfrohr gedeiht auf jedem Boden. Zwar läßt es auf besonders steinigem Boden an einigen Stellen der Binse den Vortritt, hat sich aber anderseits auf den Trümmern des Uferschlipfes vom Jahre 1887 schon wieder festzusetzen vermocht.

Der Legehalm, in Seen mit großen Niveauschwankungen ein intensiv wirkendes vegetatives Fortpflanzungsmittel, ist im Zugersee eine seltene Erscheinung. Er ist nur einmal gefunden worden (Fig. 9).

Der Verlandungsprozeß durch das Schilfrohr hat am Zugersee eine große Rolle gespielt. Beredte Zeugen davon sind die Pfahlbauten, die am Nord- und Westufer in den Riedwiesen gefunden und ihrem mehrere Jahrtausende alten Grabe enthoben worden sind.

Wo durch den Wellenschlag die Trümmer abgestorbener Halme zusammengetragen werden, da entsteht Schwemmtorf. Schröter hat diese Erscheinung in der Bucht von Böschenrot beobachtet (vergl. Früh u. Schröter, die Moore der Schweiz); doch ist sie am Westufer (Bise!) ziemlich allgemein, wenn auch nirgends so intensiv, wie gerade hier.

β) Die Grenzflora.

Diese Formation, die die auf dem überschwemmbaren Hang wachsende Flora umfaßt, ist im Zugersee nur schwach vertreten. Es ist dies einmal dem relativ stabilen Wasserstand, der diese Zone auf ein Minimum beschränkt, und den vielen steilen und

steinigen Ufern zuzuschreiben. Im Untersee, an dessen flachen Ufern man eine stärkere Entwicklung erwarten könnte, ist sie indessen infolge des alles überwuchernden und beinahe jede Entwicklungsmöglichkeit hemmenden Schilfrohres sowohl qualitativ wie quantitativ nur auf vereinzelte Vorkommnisse beschränkt.

Die auf der Grenzzone wachsenden Formen sind im Gegensatz zu Seen mit großen Niveauschwankungen, z. B. dem Bodensee, samt und sonders Sumpfpflanzen und vordringende Bewohner der Riedwiesen. Angehörige der eigentlichen Seeflora fehlen ganz, weil es eben nie dazu kommt, daß solche trocken gelegt und dadurch gezwungen werden, Landformen zu bilden. Ebenso fehlen die typischen amphibisch lebenden Grenzzonenbewohner, wie *Heleocharis acicularis, Littorella lacustris* und *Ranunculus reptans.*

Die auf der Grenzzone vorkommenden Formen sind die folgenden:

15. *Equisetum palustre* L. kommt als Angehörige der Seeflora nur vereinzelt am Nordufer vor, ist dagegen etwas zahlreicher in den Riedwiesen.

16. *Sparganium erectum* L. ssp. *neglectum* Beeby var. *oocarpum* Celak. ist etwas häufiger als vorige Art, bildet aber nirgends größere Bestände.

17. *Glyceria plicata* Fries bildet sowohl längs des flachen Nord- und Westufers, als auch im Letzi- und Sumpfgraben hier und dort kleine Bestände.

18. *Scirpus silvaticus* L. fand ich auf einer Felsbank bei Böschenrot, die bei Hochwasser nur wenig überschwemmt ist, bei Niederwasser nur wenig vorragt, in Gesellschaft von *Phragmites, Cladium mariscus* und *Mentha aquatica,* sowie etwas südlich Risch neben *Carex elata* und *gracilis, Sparganium erectum* und *Juncus inflexus.*

19. *Cladium mariscus* (L.) R. Br. Obiger Standort; am West- und Nordufer vereinzelt.

20. *Carex vesicaria* L. und

21. *Carex gracilis* Curtis sind nicht sehr häufig an den Sumpfufern und in kleinen Buchten am Kiemen zu finden.

Die wichtigste Stellung unter den Formen der Grenzflora nimmt ein

22. *Carex elata* All. (= *stricta* Good), die namentlich am Nordufer in der Nähe des Sumpfgrabens bestandbildend auftritt

und das Schilfrohr in seiner verlandenden Tätigkeit wirksam unterstützt. Durch das vorgelagerte Röhricht gegen Wellenschlag geschützt, hat sie sich in dichten Horsten angesiedelt und so kleine Inseln gebildet. Zwischen diesen sammelt sich Schwemmaterial des Röhrichts an und füllt die Zwischenräume aus, während sich gleichzeitig die Horste radial vergrößern und sich zusammenschließen. Eine ähnliche Erscheinung hat auch Magnin im Lac d'Andert, einem nahezu verlandeten Jurasee, beobachtet.[1]) Sehr rasch siedeln sich auf den Horsten andere Pflanzen an *(Mentha aquatica* und *Senecio paludosus).* So vermag *Carex elata* ein vermutlich rasches Vordringen der Uferlinie zu bewirken.

23. *Juncus inflexus* L. und

24. *Juncus effusus* L. sind ziemlich häufige Uferbewohner und ziehen sandigen Boden vor. Bestandbildend tritt *J. inflexus* am Delta der Lorze und der Rigiaa auf.

25. *Juncus alpinus* Vill. ist auf die Buchten am Kiemen beschränkt.

26. *Polygonum amphibium* L. konnte ich nie mit Schwimmblättern finden, sondern stets nur in der Varietät *coenosum* Koch im Schilf, schlammigen Boden bevorzugend, den es am seichten Nord- und Westrand reichlich findet.

Ähnliches Vorkommen zeigt auch

27. *Mentha aquatica* L., die immerhin etwas häufiger zu finden ist.

Von den Sumpfwiesen her dringen hin und wieder bis in die Grenzzone vor

28. *Caltha palustris* L., die immerhin den eigentlichen See vermeidet und sich an der Lorze- und Letzigraben-Mündung aufhält, und

29. *Senecio paludosus* L., welche Form gelegentlich hart an den Uferrand und auf die *Carex*-Horste hinaustritt.

B. Das Plankton.

1. Fangmethoden.

Über den Fang des Planktons mit dem Netz ist schon so viel geschrieben worden, daß wohl darüber hinweggegangen werden

[1]) Magnin, Les lacs du Jura.

darf (Lit. 76). Dagegen mögen einige Worte der Fangmethode von Lohmann (Lit. 51) gewidmet werden.

Lohmann schöpfte zuerst im Hafen von Syrakus und später in deutschen Meeren Wasser, um dasselbe in ganz bestimmten Quantitäten zu filtrieren. Als Filter verwendete er mit bestem Erfolge Seidentaffet, der infolge seiner engen Maschen auch die allerkleinsten Organismen mit Ausnahme der Bakterien zurückhält. Das Filtrat wird mit Hilfe eines weichen Pinsels abgewaschen und mikroskopisch untersucht. Es enthält alle z. B. in einem Liter enthaltenen Organismen.

Lohmann zählte dieselben und berechnete daraus die im Kubikmeter enthaltene Individuenzahl einer jeden Spezies. Mit Hilfe einer Pumpe dehnte er diese Zählungsmethode auch auf die Tiefe aus.

Meine Versuche ergaben die Anwendbarkeit dieser Filtrationsmethode auch auf das Süßwasser. Doch haben die Zählungsresultate trotz peinlichster Sorgfalt so viele Fehlerquellen, daß ich mich nicht dazu verstehen konnte, aus dem Resultat der Filtration einer so geringen Menge Schlüsse zu ziehen auf die im See überhaupt anwesende Planktonquantität. Vor allem darf nicht als absolut fest angenommen werden, daß das Plankton unter denselben Bedingungen vollständig homogen verteilt sei. Das beweisen schon die Inhalte von zwei nebeneinander gewonnenen Filtraten, die einander zwar ähnlich sind, aber eben doch nicht völlig miteinander übereinstimmen.

Anderseits aber hat mir die Lohmannsche Filtrationsmethode sehr wertvolle Dienste in den qualitativen Planktonuntersuchungen geleistet. Die Pumpe habe ich ersetzt durch einen Wasserschöpfapparat, mit dessen Hilfe ich beliebigen Tiefen Wasser entheben konnte. Das Filtrat des Seidentaffets lieferte mir Formen, die infolge ihrer Kleinheit dem Planktonnetz noch entschlüpfen. So konnte ich zu gewissen Zeiten große Mengen einer kleinen *Synedra* und kleine Cyclotellen (vergl. pag. 92) nachweisen, die in den Fängen mit dem Netz nur spärlich vorhanden waren. Andere kleine Formen, wie *Oocystis lacustris* und *Bumilleria exilis* konnte ich überhaupt nur auf diesem Wege feststellen.

Die Filtrate ermöglichen also Schlüsse über die Qualität, annähernd allerdings auch über die Quantität des in verschiedenen Tiefen vorhandenen Planktons.

2. Allgemeines. — Vertikale und horizontale Verbreitung des Planktons. Das Plankton der Zuflüsse.

Das Plankton des Zugersees besteht aus einer Anzahl perennierender und aus nur während eines begrenzten Teils des Jahres anwesenden Formen. Im Sommer dominierte stets *Ceratium hirundinella*, dessen maximale Entwicklung in den meisten bisher untersuchten Seen in die warme Jahreszeit fällt. Sobald sich im Herbst eine starke Abkühlung des Wassers einstellt, beginnen andere Arten sich zu vermehren, um *Ceratium hirundinella* zu verdrängen. Im Herbst 1906 nahm *Cyclotella* so zahlreich überhand, daß sie dem Wasser bräunliche Töne zu geben vermochte. Gegen den Frühling 1907 hin, zur Zeit der ungefähren thermischen Ausgleichung, traten an ihre Stelle die Formen von *Dinobryon*, um endlich der *Fragilaria crotonensis* Raum zu geben. Nachdem sich den Sommer über *Ceratium* behauptet hatte, wurde es im Herbst 1907 zunächst wieder durch *Cyclotellen* verdrängt; diese mußten der plötzlich massenhaft auftretenden *Oscillatoria rubescens* weichen. Das Ende der Winterorganismen machten die zierlichen Sterne von *Asterionella gracillima*. Etwas einförmiger verlief der Winter 1908/09: *Fragilaria—Asterionella—Fragilaria*, das war die Reihenfolge der herrschenden Formen.

Da sämtliche der im Verlaufe der Beobachtungsperiode zur Vorherrschaft gelangten Arten perennierend sind, mutet einen der immerwährende Wechsel der Formen an, wie ein nie endgültig entschiedener Kampf — der Kampf ums Dasein.

Gleichzeitig mit dem Wechsel der Arten gehen auch Temporalvariationen der perennierenden Formen vor sich, die zum Teil zyklisch dem Wechsel der Jahreszeiten folgen.

Unverkennbar sind es vorzugsweise die jährlichen Temperaturschwankungen, die die Gesellschaft des Planktons gestalten und die auch die Variationen der Arten beeinflussen.

Nach Ostwald (Lit. 59) ist die innere Reibung oder Viscosität des Wassers in hohem Maße abhängig von der Temperatur. In 25grädigem Wasser ist die Sinkgeschwindigkeit eines Planktonten doppelt so groß als bei 0°, oder umgekehrt bei 0° die Tragfähigkeit des Wassers doppelt so groß als bei 25°. Dem Sinken suchen sich die Organismen durch den „Formwiderstand" zu widersetzen, der bedingt wird durch die spezifische Oberfläche und durch be-

Tabelle IXa.

Periodicität der wichtigsten Phytoplanktonten. 1906/07.

Species	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.
Dinobryon cylindricum	—	—					=	- - -	- - -		=	■
— *divergens*	—	- - -						—	—	—	—	- - -
— *sociale*	—	—						—	—	—	—	—
Cryptomonas ovata			- - - - -	—	—	—	—	- - - - -				
Ceratium hirundinella	—	■	■	■	■	=	=	=	=	—	=	=
Peridinium tabulatum	- - -	—	—	—	—	—	=	- - -	—	—		—
— *cinctum*						. - - - -	—	. . . . .	- - -	- - -		
Glenodinium pusillum	- - -							- - -	- - -			
Chroococcus minutus	—	—	- - - - -					- - - -	- - - - -	- - - -	- - - -	
Gomphosphaeria lacustris	=	—	—	- - -	—		—	—	—	- - - -	- - -	—
Anabaena flos aquae						—	=	—	=	—	—	- - -
Clathrocystis aeruginosa					—	=	=	—	—	—		
Coelosphaerium Kuetzingian.	- - -	- - -	- - -			. . .	. . . .	. . .	. . . .	. . .	. . . . .	. . .
Oscillatoria rubescens	=	—		—			=	—	—	—	=	=
Cyclotella socialis	—	—	—	=	- - -	—	■	■	=	=	—	—
— *Schroeteri*	- - - -					. - - -	—	- - -	—	- - -		
— *glomerata*				- - -	—	—	=	=	—			
— *melosiroides*						—	—	—				
Asterionella gracillima	■	■	—	- - - -				- - - - -	.	- - - - -	- - - - -	—
Fragilaria crotonensis	=	—	—	=	—	—	—	=	=	—	—	—
Tabellaria fenestrata	—	—								- - - -		
Synedra delicatissima	=	=	=	=	—	—	—	—	—	—	—	=
Oocystis lacustris			- - - -	- - - -	- - - -							
Nephrocytium Aghardianum			- - -					- - -	- - - -	- - - -		
Botryococcus Braunii	—	—	—	—	—	=	=	—	—	—	—	—
Sphaerocystis Schroeteri	- - - -	—	- - -	- - -	- - -			- - -	- - -	- - -	=	—
Cosmarium scenedesmus	=	—	- - -		- - - - -	- - -	- - -			—		- - -

■ dominierend; = sehr häufig; — nicht selten; · · · selten, vereinzelt.

sonders dazu geeignete Organe und Organelle, wie Fortsätze, Dornen, Stacheln, Cilien usw.

Im Sommer dominieren Formen, die der geringeren Tragfähigkeit des warmen Wassers am besten angepaßt sind. Hierher gehört vor allem *Ceratium hirundinella*, das infolge seiner sparrigen Körpergestalt und wohl auch durch seine Eigenbewegung dem Schweben sehr gut angepaßt ist. Außerdem ist es sehr variabel und stellt seine Variabilität zum Teil in den Dienst der Anpassung an die verminderte Tragfähigkeit des Wassers. Ihm gesellen sich Formen bei, die, wie *Mallomonas* und *Notholca longispina*, sich infolge ihres großen Formwiderstandes mit Erfolg der Sinkbe-

Tabelle IXb.

Periodicität der wichtigsten Phytoplanktonten. 1907/08.

Species	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.
Dinobryon cylindricum	■	=	····								···	—
— *divergens*	—	=	····			—	■		=		··	—
— *sociale*	=	■	—	···	—	—	···		···		···	···
Cryptomonas ovata		····	—	—	—	····	·····					
Ceratium hirundinella	=	—	=	■	■	■	=		=		—	—
Peridinium tabulatum	—	····	····	—	=	=	=		=		—	—
— *cinctum*	····					····	····		····		—	
Glenodinium pusillum	····	····	····	····	·····	·····						·····
Chroococcus minutus							·····				····	
Gomphosphaeria lacustris		····		·····	····	·····	····		—		—	—
Anabaena flos aquae				—		—	—				—	—
Clathrocystis aeruginosa				—		—	=					···
Coelosphaerium Kuetzingian.	·····	····	·····	····	·····	·····	·····		—		—	—
Oscillatoria rubescens	=	—							····		—	=
Cyclotella socialis	—	—	—	—		—	····		····		=	=
— *Schroeteri*			—									
— *glomerata*				—	····	····			■		·····	·····
— *melosiroides*	—	—		—		····					■	····
Asterionella gracillima	····	=	=	····							—	—
Fragilaria crotonensis	—	=	■	=			—		=		—	—
Tabellaria fenestrata		···										····
Synedra delicatissima	=	=	····	····							—	····
Oocystis lacustris		····										
Nephrocytium Aghardianum						····					···	····
Botryococcus Braunii	—	—	—	—	—	—	—		—		—	—
Sphaerocystis Schroeteri	—	—	—	····	····	—	—		—		=	=
Cosmarium scenedesmus		···	····	—	—	—	—	··	—			···

wegung widersetzen, sowie solche, die sich durch Eigenbewegung schwebend erhalten können.

In der kalten Jahreszeit werden diese Sommerorganismen von den im allgemeinen kälteliebenden Diatomeen verdrängt.[1])

In stets gleicher Menge ist *Botryococcus* vertreten. Diese Alge ist mit einem vortrefflichen hydrostatischen Apparat, mit Öltröpfchen und von Gallerte umschlossenen Hohlräumen versehen,

[1]) Daß an dem Zurücktreten von Diatomeen im Sommer ihr geringeres Schwebevermögen schuld sei, wird durch die neuerdings von H. Steiner im Luganersee konstatierte Tatsache eines Maximums von *Asterionella* zur Zeit des Temperaturmaximums unwahrscheinlich gemacht. (Anm. während des Druckes nach mündl. Mitteil.)

Tabelle IXc.

Periodicität der wichtigsten Phytoplanktonten. 1908/09.

Species	V.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Dinobryon cylindricum	—	=	—	—	—	=	....	—	....	—	=	...	—	....	....
— *divergens*	....	▬	...	...	—	....	—	....	.....	—	—	—	—	—	...
— *sociale*	....	▬	....		—	=	—	....	...		.....	....	....	—	—
Cryptomonas ovata					—							—	....	—	—
Ceratium hirundinella	—	=	=	▬	▬	▬	▬	=	...	▬	=	=	=	▬	▬
Peridinium tabulatum	—	—	—	—	▬	—	—			=	—		....	—	—
— *cinctum*	....			...	—		—		...		—		....	...	....
Glenodinium pusillum				....	—	—	—						....	....	....
Chroococcus minutus			—	—	—	—	—			...	—	....	...	....	.....
Gomphosphaeria lacustris	.....	....					....				....	—	....	...	....
Anabaena flos aquae				....	=	....	—	—	—	=	—	—			
Clathrocystis aeruginosa	....			....	...	=	—	—	—	=	=				
Coelosphaerium Kuetzingian.	....	....	....	.....	.....	—	—	—	—	=	=	—	...	...	....
Oscillatoria rubescens	▬	...	...				....				...	=	—	....	....
Cyclotella socialis	—	—	....	—	=	.....	—	—	....	=	=	=	=	—	—
— *Schroeteri*						....	.....	—		—	—	....	...	...	...
— *glomerata*			....	....	—			....		....					
— *melosiroides*		....	....	—	—	.....	.....	—	=	—		....			—
Asterionella gracillima	—	=	▬	....							—	▬	▬	—	....
Fragilaria crotonensis	—	...	=	...	...	...	=	▬	▬	=	▬	▬	—	=	=
Tabellaria fenestrata	....		.....									--			
Synedra delicatissima	.....	....	—	.....	—	.....	.....	—	....	—	=	—	—	—	=
Oocystis lacustris		....	....		.....	.....	.....	....	—	....					...
Nephrocytium Aghardianum		....	.....										....		
Botryococcus Braunii	—	—	—	—	—	—	—	—	...	—	=	=	=	—	—
Sphaerocystis Schroeteri	—	—	—	....	=	....	...	—	—	=	=	=	=	=	=
Cosmarium scenedesmus	....	—	—	—	=	....	...	...	—	....	—	—	—	—	—

der sie nicht nur schwebend, sondern sogar schwimmend erhält, so daß sie gegenüber der Tragfähigkeit des Wassers völlig indifferent ist.

Oberflächenzüge warmer Tage sind relativ arm an Arten und Individuen. Reicheres Planktonleben herrscht dagegen in der Tiefe, indem dort diejenigen Formen vegetieren und sich tummeln, die infolge der geringeren Tragfähigkeit der Oberflächenschichten an die zähern Tiefenwasser gebunden sind. An der Oberfläche finden sich Sommer-, bezw. Warmwasserformen, in der Tiefe auch Winter- bezw. Kaltwasserorganismen. So hielt sich *Dinobryon* im Sommer gelegentlich in großer Individuenzahl in 10—25 m Tiefe auf, während es an der Oberfläche nur spärlich oder gar nicht vertreten war. Ein ähnliches Verhalten zeigten auch die Diato-

Species	11. Juni 1907.				10. August 1908.					23. Sept. 1908.						15. Oktober 1908.						14. Febr. 1909.*				21. Juni 1909			
	0	10	25	50	0	10	20	35	50	0	5	10	20	35	50	0	5	10	20	35	50	0	7	20	50	0	10	25	50
Dinobryon cylindricum	·····	—	=	····	—						-	▬	—	--	---	·····	·····									·····	----	▬	----
— *divergens*	·····	—	=		—					····			----			—	—	·····	·····			1				----	·····		
— *sociale*	·····	-	=	—	—					=						—	----	·····	·····	·····	·····	2	1		3	▬	▬	=	----
Cryptomonas ovata					—																								
Ceratium hirundinella	—	—	····	····	▬	=	—	·····		▬	=	—	····	····	·····	▬	·····	·····	·····			3	1		1	=	—	····	·····
Peridinium tabulatum	—	·····			▬	—	----	----		—	—	···																	
— *cinctum*					—	----	····	·····																		----	·····	----	
Glenodinium pusillum			·····		—	····	·····	·····		····			····													—	-----		
Chroococcus minutus		·····			—	···		·····		—	····			···	····											----	·····	·····	
Gomphosphaeria lacustris					—											·····	·····	····	····										
Anabaena flos aquae					=	—	····	·····	·····	·····						—													
Clathrocystis aeruginosa					—		·····			=																			
Coelosphaerium Kuetzingianum		····	·····		·····	----	·····		·····	····			----	····								3	4	3	1				
Oscillatoria rubescens	·····	·····	·····	·····			·····	·····	·····				···	····	·····	—						2	1	2	2				
Cyclotella socialis	·····	—	—	·····	=	—	····	·····		····	—	=	=	=	=	—	—	—	=	—	···	∞	∞	∞	6	—	·····	·····	·····
— *Schroeteri*										····																			
— *glomerata*	·····	·····			—	····	·····																						
— *melosiroides*	·····	=	=	·····	—	▬	=	—	····	····	—	=	=	=	=	—	—	—	=	—	····	11	5	4		=	=	—	—
Asterionella gracillima	▬	=	—	·····												····	·····	····	·····				1	1				·····	
Fragilaria crotonensis	=	=	—	·····	—					····						=	=	=	=	·····		16	7	∞	2	—	·····	·····	
Tabellaria fenestrata	·····																												
Synedra delicatissima	—	=	=	—	—	=	=	▬	····	·····						—	—	▬	▬	—	·····	13	∞	∞	∞	—	—	—	—
Oocystis lacustris	·····	·····	·····	·····	····	····	·····	·····			····	····					—	····	····				1	2		·····	· ···	·····	
Nephrocytium Agardianum	·····						·····																						
Botryococcus Braunii	—				—					=						—						2				—			
Sphaerocystis Schroeteri	—				=	—	·····			·····												1		1		—	····		
Bumilleria exilis			·····					·····					····														·····		
Cosmarium scenedesmus	·····	····	·····	·····	=	—	·····	·····		·····									····			3	1	4		—	·····	···	

* Anzahl der in je 0,5 l enthaltenen Individuen. ˜ Durch Seidentaffet filtriert.

meen, z. B. *Cyclotella socialis* und *melosiroides*, sowie auch *Synedra delicatissima*. (Vergl. Tab. X.)

Die Temperaturschichtung allein genügt jedoch nicht, um die Tiefenverteilung des Planktons zu regulieren. Als weiterer wichtiger hier wirkender Faktor muß das Licht angesehen werden. Die obersten Wasserschichten absorbieren dasselbe sehr stark (Lit. 76). Wenn auch die chemisch wirksamen Strahlen tiefer gehen als es mit dem Auge direkt beobachtet werden kann, so verlieren sie doch schon in relativ geringer Tiefe die den assimilierenden Organismen nutzbringende Intensität.

Lichtbedürftige Algen sind deshalb meist auf die Oberfläche beschränkt. Am lichthungrigsten scheint *Botryococcus Braunii* zu sein, der sich als Schwimmer energisch an der Oberfläche behauptet. Auch die übrigen Chlorophyceen und die Schizophyceen erreichen ihre untere Grenze zwischen 25 und 35 m. Die größte Tiefe erreichen die Diatomeen, die namentlich im Winter (maximale Transparenz!) in 50 m Tiefe noch recht zahlreich zu finden sind. (Vergl. Tab. X.)

Vermutlich auf chemische Einflüsse zurückzuführen ist die starke Entwicklung von *Clathrocystis aeruginosa* und *Anabaena flos aquae* jeweils im Spätsommer und Herbst. Es ist dies die Zeit, in der die Zuflüsse den See mit organischen Substanzen bereichert haben. Vergleichende chemische Analysen stehen mir leider nicht zur Verfügung. Doch wird diese Annahme bestätigt durch die horizontale Verteilung des Planktons. Der Untersee war namentlich im Sommer 1908 reicher an genannten Planktonarten als der Obersee. Die Untersuchungen von Nussbaumer (Lit. 57) haben aber ergeben, daß die Anzahl der Keime mit der Entfernung von der Stadt Zug abnimmt. Ebenso hat die Vergleichung der Planktonquantitäten im Untersee (Tab. XI) stets größere Mengen ergeben, was nach Pfenniger (Lit. 63) ebenfalls auf eine größere Menge organischer Stoffe im Untersee schließen läßt.

Im übrigen konnten in der örtlichen Entwicklung des Planktons wohl Unterschiede festgestellt werden (vergl. Tab. XI). Doch scheint es sich dabei um „Schwarmbildung" zu handeln. Der Zugersee, der topographisch in 2 Teile zerfällt, ist biologisch ein einheitliches Becken.

Die Planktonmenge an der tiefsten Stelle per m^2 schwankte zwischen 2 und 14,5 cm^3. Einzig der Bodensee hat ein ähnlich kleines Planktonvolumen aufzuweisen, nämlich 14,0 cm^3. Der

Tabelle XI.

Lokale Differenzen in der Zusammensetzung des Phytoplanktons.

Species	24./25. März 07				23./25. Mai 07.			31. Juli 08.			22. April 19[illegible]			
	Arth	Walchwil	Risch	Zug	Arth	Walchwil	Zug	Walchwil	Risch	Zug	Arth	Walchwil	Risch	Zug ×
Dinobryon cylindricum	▬	▬	▬	▬	—	—	—				—	—	···	···
— *divergens*	···	···	···	···	—	=	—	···	···	···	—	—	—	···
— *sociale*	····				—	▬	—		···	···	···	—	—	—
Cryptomonas ovata								—	—	—		···		
Ceratium hirundinella	—	=	=	=	···	—	=	▬	▬	▬	=	=	=	▬
Peridinium tabulatum	—	···	···	···			···	···	—			···		
— *cinctum*								—	=	—		···	···	
Glenodinium pusillum					···			···	···	—		···		
Chroococcus minutus								—	—	···		····		
Gomphosphaeria lacustris	···	···	···	···							···	=	—	—
Anabaena flos aquae	····	···	····	····	···			····	···	—				
Clathrocystis aeruginosa								···	···	—				
Coelosphaerium Kuetzingian.	···	····	····	····				···		···	····	···		
Oscillatoria rubescens	=	=	=	=	—	—	—				—	—	—	—
Cyclotella socialis	—	—	···	—	—	—	—	—	—		—	=	—	—
— *Schroeteri*	····						····					···		
— *glomerata*							+++	···	—					
— *melosiroides*							····	···	···	···				
Asterionella gracillima	—	—	···	—	▬	=	▬	···		···	▬	▬	▬	▬
Fragilaria crotonensis	—	—	—	—	=	=	=	···			—	—	=	—
Tabellaria fenestrata					—	···								
Synedra delicatissima	=	=	=	=	—	···	—		···	···	—	—	—	···
Oocystis lacustris														
Nephrocytium Aghardianum												····		
Botryococcus Braunii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	=	=	—	—
Sphaerocystis Schroeteri	=	—	···	····	—	—	—	···	···	—	=	=	=	=
Cosmarium scenedesmus	···	···	··	···	···	···	···	—	—	▬	—	—		—
Planktonvol. cm³ unter 1 m² Oberfl.	12	12	11	16	13	14	14	10	12	19	13	13	15	16

Genfersee hat 126 cm³, der Zürchersee 260—1006 cm³ unter 1 m² Oberfläche. Diese wenigen Vergleichsziffern beweisen, daß der Zugersee an Plankton relativ arm ist. Das Gesetz von STRODTMANN, nach dem ein See umso ärmer an Plankton ist, je steiler seine Ufer abfallen (vergl. pag. 44) und je geringer deswegen seine Oberfläche im Verhältnis zum Gesamtvolumen ist, findet hier seine Bestätigung.

Die Maxima der Planktonvolumina wurden stets durch die maximale Entwicklung der Dinobryon-Arten und der Diatomeen bedingt. Mit der Abnahme dieser Arten wurde stets auch das

Planktonvolumen wieder kleiner. Die Maxima fallen mit der Periode der Vollzirkulation zusammen, wie das anderwärts besonders Whipple für die Diatomeenmaxima in den seichten, als Wasserreservoire dienenden Seen bei Boston konstatiert hat. Ob auch in dem tiefen Zugersee die erleichterte Nahrungszirkulation vom Boden aus hierfür verantwortlich gemacht werden kann, ist fraglich. Vielleicht bedingen andere Momente gerade zu dieser Zeit das Maximum der betreffenden Arten.

Um eine allfällige Zufuhr von Plankton durch die Zuflüsse festzustellen, habe ich zu verschiedenen Jahreszeiten Wasser aus dem Lotenbach, der Rigiaa, dem Hüri- und dem Ghürschbach durch das Planktonnetz filtriert. Wie zu erwarten, war der Erfolg absolut negativ, weil keiner dieser Bäche in seinem Sammelgebiet stagnierende Gewässer hat. Die ganze Ausbeute beschränkte sich auf einige Arten von Diatomeen, die für das Plankton nicht die geringste Bedeutung haben.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Lorze. In ihrem Einzugsgebiet liegt der Aegerisee. Vergleichende Fänge vom 25./26. Mai 1907 ergaben folgendes:

Im Aegerisee fand ich 17 Formen, unter denen *Ceratium hirundinella* dominierte. In der Lorze, unmittelbar bei ihrem Einfluß in den Zugersee, waren noch 4 Arten vorhanden. Die übrigen sind durch den Transport zerstört worden. In einer Entfernung von 70 m von der Lorzemündung konnte von einer Beeinflussung des Zugerseeplanktons durch dasjenige des Aegerisees nichts mehr bemerkt werden. Es dominierte *Asterionella gracillima*, und *Ceratium hirundinella* war nicht zahlreicher als in größerer Entfernung vom Ufer. Die Zuflüsse vermögen also das Plankton des Zugersees in keiner Weise zu beeinflussen.

3. Das Phytoplankton.

Planktonliste.

Schizomycetes.

Vergl. Nussbaumer, Über Verunreinigung von Seen durch Einleitung städt. Abwässer mit spezieller Berücksichtigung des Zugersees. 1909.

Schizophyceae.

* *Chroococcus minutus* var. *carneus* Chod.

* *Gomphosphaeria lacustris* Chod.
†† *Merismopedium glaucum* (Ehbg.) Naeg.
* *Anabaena flos aquae* (Lyngb.) Bréb.
* *Clathrocystis aeruginosa* (Kuetz.) Henfr.
* *Coelosphaerium Kuetzingianum* Naeg.
Microcystis punctiformis Kirchn.
* *Oscillatoria rubescens* DC.
†† *Lyngbya bipunctata* Lemm.

Flagellatae.

Diplosiga frequentissima Zach.
Dinobryon cylindricum Imhof
* — *divergens* Imh.
* — *sociale* Ehrbg.
* *Mallamonas producta* (Zach.) Iwanoff
* *Cryptomonas ovata* Ehrbg.
Uroglena volvox Ehrbg.

Peridineae.

* *Ceratium hirundinella* O. F. Müller
* *Peridinium tabulatum* (Ehrbg.) Clap. et Lachm.
* — *cinctum* Ehrbg.
* *Glenodinium pusillum* Pénard

Diatomaceae.

* *Cyclotella comta* (Ehrbg.) Kuetz. var. *tenuis* Fricke
* — *bodanica* Eulenstein var. *lemanensis* Lemm.
* — *socialis* Schütt.
* — *Schroeteri* Lemm.
* — *glomerata* Bachmann
* — *melosiroides* Lemm.
* *Asterionella gracillima* (Hantzsch.) Heib.
* *Fragilaria crotonensis* Kitt.
† — *capucina* Desm.
* *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kuetz.
† — *flocculosa* (Roth) Grunow
† *Cymatopleura elliptica* Kuetz.
† — *solea* (Bréb.) W. Sm.
* *Synedra delicatissima* W. Sm.
† — *splendens* Kuetz.

Synedra radians W. Sm.
*†† *Campylodiscus hibernicus* Ehrbg.
†† *Pleurosigma attenuatum* (Kuetz.) W. Sm.
†† *Nitzschia linearis* var. *tenuis* W. Sm.
†† *Navicula viridis* Kuetz.
*† *Diatoma elongatum* Ag. var. *tenue* (Ag.) V. H.
† *Diatoma vulgare* Bory var. *producta* Grun.
†† *Encyonema caespitosum* Kuetz.

Conjugatae.

* *Cosmarium scenedesmus* Delp.
— *Botrytis* Menegh.
Staurastrum gracile Ralfs

Chlorophyceae.

Bumilleria exilis Borzi.
Oocystis lacustris Chod.
Nephrocytium Aghardianum Naeg.
*† *Raphidium Braunii* Naeg.
Pandorina morum (Müller) Bory
* *Botryococcus Braunii* Kuetz.
* *Sphaerocystis Schroeteri* Chod.
*† *Dictyosphaerium pulchellum* Wood.
Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.

Obiges Verzeichnis enthält meine eigenen Funde. Nach Bachmann (Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen. Biol. Zentralbl. Bd. XXI., 1901) sind für den Zugersee noch die folgenden beizufügen:

Stichogloea olivacea var. *sphaerica* Chod.
Eudorina elegans Ehrbg.

Wahrscheinlich handelt es sich hier nur um ganz vereinzelt aufgetretene Exemplare.

Die von Bachmann und Chodat schon früher gefundenen Arten (vergl. oben zitierte Publikation) sind mit * bezeichnet. Die mit † bezeichneten Arten sind nur in einzelnen Exemplaren gefunden worden, die mit †† bezeichneten als Tycholimneten zu betrachten. Beide Kategorien werden bei Anlaß der Besprechung der einzelnen Arten keine Berücksichtigung finden.

Bemerkungen über die einzelnen Planktonten.

Schizomycetes.

Über die Bakterien des Zugersees hat sich Nussbaumer ausgesprochen. Er hat seine Untersuchungen auf die Verunreinigungen des Sees in unmittelbarer Nähe der Stadt Zug beschränkt und nimmt spezielle Rücksicht auf die hygienischen Verhältnisse.

Er kommt zum Schlusse, daß das Wasser des Zugersees als sehr rein zu betrachten sei, da schon in 700 m Entfernung vom Ufer die Zahl der Keime pro cm^3 100 selten übersteigt.

Doch ist auch das offene Wasser nicht keimfrei. In 1950 m Entfernung vom Ufer geschöpfte Wasserproben enthielten an der Oberfläche zwar keine Keime, dagegen in 20 m Tiefe 16, in 30 m Tiefe noch 12 pro cm^3.

In den Lohmannschen Filtraten fand ich recht häufig die rosenkranzartigen Fäden eines Streptococcus von 2 μ Zellendurchmesser. In *Fragilaria*-reichem Plankton habe ich stets einen Mikroorganismus beobachtet, der sich längs der Bänder sehr lebhaft bewegte. Seine Länge beträgt ca. 5 μ, seine Dicke ca. 1 μ. Eine auffallende Randzone läßt vermuten, daß ein Pelz von Cilien als Bewegungsorganell dient. Es handelt sich vermutlich um eine Form von Bacillus. Vitale Färbung ist nicht gelungen; in konserviertem Material war nichts mehr zu sehen.

Schizophyceae.

Die Schizophyceen sind im allgemeinen im Zugersee sowohl an Zahl der Arten wie der Individuen nur schwach vertreten. Das an organischen Stoffen arme Wasser sagt ihnen offenbar nicht zu. Wenn auch der Untersee gelegentlich etwas reicher an Blaualgen ist (vergl. pag. 78), so kann noch lange nicht von einem Reichtum gesprochen werden.

Chroococcus minutus var. *carneus* Chod. ist mit Unterbrechungen, jedoch zu den verschiedensten Jahreszeiten aufgetreten, nimmt aber keinen wesentlichen Anteil an der Bildung des Gesamtplanktons.

Gomphosphaeria lacustris Chod. und *Coelosphaerium Kuetzingianum* Naeg. werden sehr oft miteinander verwechselt und sind deshalb von Bachmann in seinen „Vergleichenden Studien über das Plankton von Seen Schottlands und der Schweiz“ einer gewiß

willkommenen vergleichenden Besprechung unterzogen worden. *Coelosphaerium Kuetzingianum* fehlt den Planktonfängen nur selten. Nur schwach ausgeprägte Maxima der Entwicklung fallen auf die Wintermonate (vergl. Tab. IX, Dez. 1907 bis März 08, Sept. 1908 bis März 09). Etwas seltener und nur einmal, im April 1906, in größerer Menge aufgetreten ist *Gomphosphaeria lacustris.*

Anabaena flos aquae (Lyngb.) Bréb. und *Clathrocystis aeruginosa* (Kuetz.) Henfr. sind Herbstformen, die sich bis in den Winter hinein behaupten, ihn auch gelegentlich überdauern, im Sommer aber fast spurlos wieder verschwinden. Im August 1908 brachte es allerdings *Anabaena flos aquae* zu einer schon starken Mengenentwicklung. Im allgemeinen scheinen diese beiden Formen an ähnliche Lebensbedingungen gebunden zu sein. Sie schwimmen zur Zeit ihrer maximalen Entwicklung (1906 September bis Oktober, 1907 Oktober, 1908 August bis Oktober) an der Oberfläche, vergesellschaftet mit dem perennierenden *Botryococcus Braunii*, so dicht, daß man in einer fast beliebig kleinen geschöpften Wassermenge stets vereinzelte Kolonien beobachten kann. Schon mit einer guten Lupe kann man dann auf den knäuelig aufgewundenen Fäden von *Anabaena flos aquae* einen dichten Pelz eines passiven Planktonten, der zierlichen *Vorticella convallaria* (vergl. pag. 100) wahrnehmen. Zur Bildung einer eigentlichen Seeblüte, wie dies durch *Clathrocystis aeruginosa* auf dem Zürichsee geschehen ist (vergl. Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen), kam es nie.

Dieselbe Periodizität dieser beiden Formen — Herbstmaxima — ist ganz allgemein beobachtet worden. Es liegt die Tendenz nahe, diese Erscheinung mit der Menge organischer Stoffe zu begründen, die im Laufe eines Sommers dem See durch seine Zuflüsse zugeführt werden (vergl. pag. 78).

Microcystis punctiformis Kirchn. ist eine kleine, koloniebildende Cyanophycee, deren ca. 1 μ große kugelige, bläuliche Zellen in einem 10—20 μ großen gallertigen Lager eingebettet sind. Die Chromatophoren erscheinen ihrer Kleinheit wegen fast farblos, und deshalb wird diese Alge wohl vielfach übersehen, um so mehr, als sie auch dem Netze leicht entschlüpft, während man sie durch Filtration nach Lohmann leicht feststellen kann. Sie ist ein Sommerorganismus und immer nur vereinzelt vorhanden.

Die interessanteste Cyanophycee des Zugersees ist *Oscillatoria rubescens* DC., die sich öfters rasch epidemieartig ver-

mehrt, um nachher ebenso rasch wieder zurückzugehen oder ganz zu verschwinden. Sie dominierte im Dezember 1904 (nach Bachmann Lit. 7) und im April 1908. In ihrer Periodizität ist sie sehr unregelmäßig. Ihre maximale Frequenz erreicht sie jeweils im Winter. Im Sommer hält sie sich mit Vorliebe in der Tiefe auf und geht bis 50 m. Diese Beobachtung deckt sich mit der von Lozeron im Zürichsee gewonnenen, wo *Oscillatoria rubescens* vom Jahre 1898 an derart dominierte, daß sie beinahe alles übrige Plankton unterdrückte. Im Juli 1901 war sie an der Oberfläche gar nicht vertreten, hatte dagegen in 13 m Tiefe alles andere beinahe überwuchert.

Flagellatae.

Die Gattung *Dinobryon* ist im Zugersee vertreten durch
Dinobryon cylindricum Imh.
Dinobryon divergens Imh.
Dinobryon sociale Ehrbg.

Es sind lauter ausgesprochene Winterorganismen, deren maximale Entwicklung in der Regel auf die Zeit der totalen Ausgleichung fällt (vergl. Tab. IX). Doch sind sie nicht unbedingt an diese Bedingung gebunden, wie Huber (Lit. 39) aus dem Verhalten in den Montiggler Seen schließen zu können glaubt. Im Oktober 1908 nahm *Dinobryon divergens* eine dominierende Stellung ein. Dem massenhaften Auftreten der Kolonien ging stets eine Periode voran, in der das Plankton reich an Einzelindividuen war. Es bestätigt sich also hier die Annahme von Huber (Lit. 39), daß sich die Dinobryon-Arten durch Zerfallteilung vermehren. Seine Vermutung jedoch, daß diese Art vegetativer Vermehrung ein Merkmal verschiedener Arten und Varietäten sein könnte, bestätigt sich nicht, da sich alle 3 Formen gleich verhalten, auch *Dinobryon sociale*, bei dem Huber diese Erscheinung nicht beobachtet hat.

Die Tiefenverteilung ist abhängig von der Tragfähigkeit des Wassers, was im Sommer jeweils dadurch zum Ausdruck kommt, daß die maximale Entwicklung sich auf die Tiefen von 10—25 m beschränkt (vergl. pag. 76 und Tab. X). Dabei sind die Kolonien mehr in den höheren Schichten, während die Einzelindividuen auf die tieferen Regionen beschränkt sind. Vermutlich sind die Kolonien besser befähigt, sich im wärmeren Wasser schwebend zu

erhalten als die mit nur geringem Formwiderstand ausgestatteten Einzelindividuen.

Cryptomonas ovata Ehrbg. ist eine Sommerform, welche, obwohl zur Zeit maximaler Entwicklung nicht selten, doch keinen wesentlichen Anteil an der Bildung des Gesamtplanktons bildet.

Mallamonas producta (Zach.) Iwanoff ist ein Sommerorganismus und dem warmen, weniger tragfähigen Wasser durch die langen Stacheln trefflich angepaßt (vergl. pag. 73). Auch diese Form war nie zahlreich vertreten.

Uroglena volvox Ehrbg. zeigte ein sehr eigenartiges Verhalten. Diese Alge ist ein einziges Mal, im Juni 1906 plötzlich in großen Mengen aufgetreten und vermochte in 5 m Tiefe fast alle übrigen Formen zu verdrängen. Nachher ist sie wieder ebenso rasch beinahe spurlos verschwunden, und nur ganz vereinzelt versprengt vorkommende Exemplare bilden Relikte jener „Epidemie".

Diplosiga frequentissima Zach. ist als passiver Planktont an *Asterionella* gebunden.

Peridineae.

Für die norddeutschen Seen (vergl. Berichte der biolog. Station Plön u. a.), sowie für die Alpenseen (vergl. Huber, Montigglerseen) werden die Peridineen stets als ausschließliche Sommerformen bezeichnet. In den tiefen Schweizerseen (Boden-, Züricher-, Vierwaldstätter-, Genfersee usw.) sind sie dagegen perennierend. Der Grund für dieses Verhalten der Peridineen scheint in den verschiedenen thermischen Verhältnissen zu liegen. In Seen, die im Winter regelmäßig gefrieren, also in seichten Becken, sind sie auf die warme Jahreszeit beschränkt und fehlen im Winter entweder ganz oder sind nur sehr spärlich vertreten, so im Katzensee und Greifensee (Lit. 3 und 95). In tiefen Seen mit geringeren Temperaturschwankungen sind sie perennierend. Immerhin ziehen sie auch hier warmes Wasser vor. Im Sommer erreichen sie stets ihre maximale Entwicklung und erweisen sich dadurch als echte Sommerorganismen.

Nach Wesenberg-Lund sind die Peridineen auf Cyanophyceen-arme Gewässer beschränkt. Da in der Tat der Zugersee nur wenig Blaualgen enthält, anderseits aber reich an Peridineen ist, bestätigt sich diese Beobachtung auch hier.

Ceratium hirundinella O. F. Müller ist eine für den Zugersee

charakteristische Planktonform, charakteristisch sowohl deswegen, weil es nie, auch im Winter nicht, verschwindet, als auch wegen seiner von der anderer Seen abweichenden, gedrungenen, beinahe plump zu nennenden Gestalt.

Ceratium kennzeichnet sich für den Zugersee als Sommerform dadurch, daß es sein Entwicklungsmaximum und eine zugleich numerisch über alle übrigen Planktonformen dominierende Stellung regelmäßig in den Sommermonaten im Juli und August erreicht. Im Winter läßt es sich durch die Kaltwasserformen zurückdrängen, jedoch nie so weit, daß es nicht noch immer einen beträchtlichen Anteil an der Bildung des Planktons nähme. Wintercysten sind im offenen Wasser höchst selten. Sowohl am Grunde wie am Ufer habe ich vergebens darnach gesucht. Rasch vermag es im Frühling wieder die Oberhand zu gewinnen.

Wie in allen bisher untersuchten Gewässern zeichnet sich *Ceratium hirundinella* auch im Zugersee durch seine auffallende Variabilität auf. Es tritt uns in 2 deutlich voneinander verschiedenen Formentypen entgegen, die durch Übergänge (Fig. 11) nur lose miteinander verbunden sind.

Der im Zugersee gewöhnliche Typus zeichnet sich durch seinen plumpen Körper aus, der mit stark vorspringenden Leisten versehen ist. Die Hörner sind relativ kurz und gehen unvermittelt aus dem Rumpf hervor. Die Zahl der Hinterhörner beträgt 2—3. Die Länge schwankt zwischen 97 und 190 μ, die Breite zwischen 48 und 79 μ. Morphologisch stimmt diese Form recht gut mit dem Typus *curtum*[1]) von Guyer (Lit. 95) überein. Während dieser Typus nach den Beobachtungen Guyers der Saisonvariation nur schwach unterworfen ist, gilt für den Zugersee gerade das Gegenteil.

Im Plankton der kältesten Periode war dieser Typus beinahe ausschließlich durch 3hörnige Formen vertreten. Höchstens 3% aller Individuen haben 3 Antapicalhörner aufzuweisen. Im Frühling erscheinen zuerst wenige, dann immer mehr 4hörnige Formen, deren maximale Entwicklung mit der wärmsten Periode zusammenfällt.

Wir haben es also, um mich eines Ausdruckes von Huber zu bedienen, mit einer Additionsreihe zu tun. Die Entwicklung des dritten Antapicalhornes erfolgt mit steigender Temperatur.

Mit fortschreitender Abkühlung nimmt im Herbst die Zahl

[1]) Nach Bachmann (Lit. 96) synonym mit *carinthiacum* Zederbauer und *pumilum* Zach.

Tabelle XII.

Statistik über die Variation des Winkels zwischen den Hinterhörnern von *Ceratium hirundinella*.

	1906/07		1907/08		1908/09		1906/09	
	VIII. 06	II. 07	VII. 07	II. 08	VIII. 08	II. 09	Sommer	Winter
< 10	[1])	1				2	Je 25 Individuen gemessen	
10°—15°		2		2		2		
15°—20°		2		0		4		
20°—25°	1	**6**	1	4		3		
25°—30°	3	4	4	5	2	2		
30°—35°	**12**	3	**8**	**8**	5	**6**		
35°—40°	5	3	6	6	5	4		
40°—45°	2	3	4		**6**	2		
45°—50°	2	1	2		5			
50°—55°					2			
> 55°							Durchschn.	
Minimum	23°	9°	20°	12°	28°	6°	23,6°	9°
Maximum	48,5°	44°	49°	40°	53°	43°	50,1°	42,23°
Durchschn.	32,14°	29°	35,1°	30°	41,12°	26,64°	36,12°	28,55°

[1]) Anzahl der Individuen.

der 4hörnigen Individuen wieder ab, und ist schon im November wieder stark reduziert.

Schon wiederholt (Lit. 39) ist darauf aufmerksam gemacht worden, daß der Winkel zwischen den Antapicalhörnern im Sommer größer sei als im Winter. Durch exakte variationsstatistische Messungen (vergl. obenstehende Tabelle) habe ich diese Beobachtungen bestätigen können. Der durchschnittliche Spreizungswinkel zwischen den beiden Antapicalhörnern von 3hörnigen Ceratien mißt im Sommer 36°, im Winter 28°. Auch hier haben wir es offenbar mit einer Vergrößerung des Formwiderstandes zu tun.

Wesenberg-Lund und Huber haben die Länge von Ceratien aus den dänischen und den Montigglerseen variationsstatistischen Untersuchungen unterworfen und gefunden, daß die Sommerformen immer kleiner sind als die Winterformen. Meine Messungen (vergl. Fig. 10) haben zu einer Bestätigung dieses Resultates geführt. Diese Cyclomorphose ist in Beziehung gebracht worden mit der Schwebetheorie und aufgefaßt worden als Anpassung an

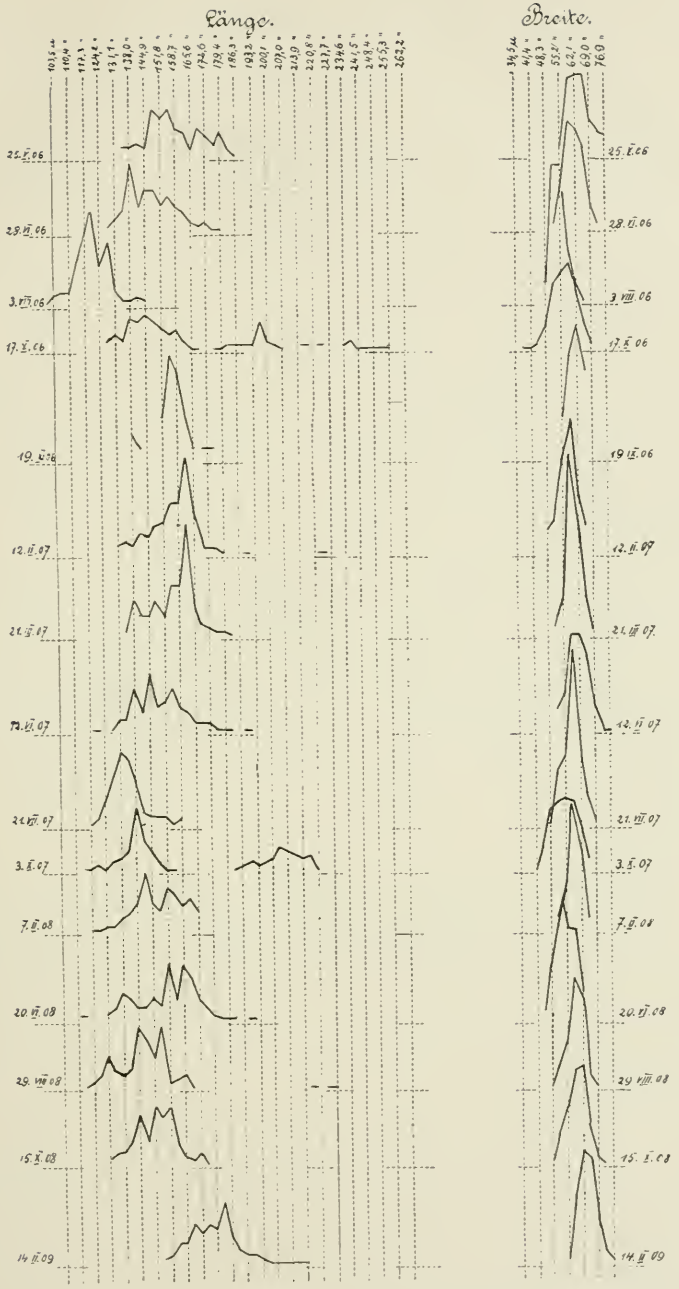


Fig. 10. Größenvariation von *Ceratium hirundinella* im Zugersee. 1906—1909.

die verringerte Tragfähigkeit des warmen Wassers, dem sich *Ceratium* durch Verkleinerung der spez. Oberfläche akkommodiert.

Aber welche Folge hätte die Verkleinerung von *Ceratium*? Vor allem verkürzen sich die Hörner. Und sind nicht gerade sie es, die den Formwiderstand in günstigem Sinne beeinflussen? Bei *Notholca longispina* und anderen Formen wird mit Recht die Verlängerung der Stacheln als Verstärkung des hydrostatischen Apparates angesprochen (Lit. 84). Wenn durch die Verkleinerung von *Ceratium* auch die spez. Oberfläche verkleinert wird, so hat die Verkürzung der Hörner doch gleichzeitig eine ganz wesentliche Schwächung des hydrostatischen Apparates zur Folge. Die Erklärung und Begründung der Größenvariation mit Hilfe der Schwebetheorie kann hier also nicht genügen. Gelegentliche Widersprüche zwingen förmlich, sich noch nach anderen Faktoren umzusehen. So z. B. beobachtete ich die maximale Größe des Jahres 1908 im Juni. Kurz zuvor, im Mai, war dem See durch eine „Seeblüte" aus Pinuspollen eine Menge von organischen Stoffen zugetragen worden. Da nach Kolkwitz und Marsson *Ceratium* oligosaprob ist, ist es nicht ausgeschlossen, daß diese spontan in den See getragenen organischen Stoffe das Wachstum gefördert hätten. In der Tat hat Guyer im Greifensee nachgewiesen, daß die Größe von *Ceratium hirundinella* nicht nur mit der Temperatur variiert, sondern auch mit dem Gehalt an organischen Stoffen zunimmt.

Bemerkenswert ist das Verhalten von *Ceratium* in Väringen (Schweden), wo es nach Lemmermann gegen den Hochsommer hin eine Tendenz zum Wachstum hat. Alle diese Tatsachen beweisen, wie sehr Steuer recht hat, wenn er ausdrücklich betont, daß zur Erklärung der Cyclomorphose neben der inneren Reibung des Wassers auch alle übrigen biologischen Faktoren in Betracht zu ziehen sind.

Im Gegensatz zu *Ceratium curtum* Guyer (ich bediene mich dieses Ausdruckes lediglich zur Bezeichnung des morphologischen Typus) ist die zweite Form des Zugersees schlank und zierlich. Der Körper verjüngt sich und geht so nur allmählich in die Hörner über, deren Zahl stets 4 beträgt. Die Leisten sind bedeutend schwächer entwickelt als bei *curtum*. Die Länge schwankt zwischen 176 und 225 μ; die Breite beträgt nur 36—69 μ (vergl. Fig. 11 m/o). Diese Form tritt jeweils im Spätsommer spontan auf

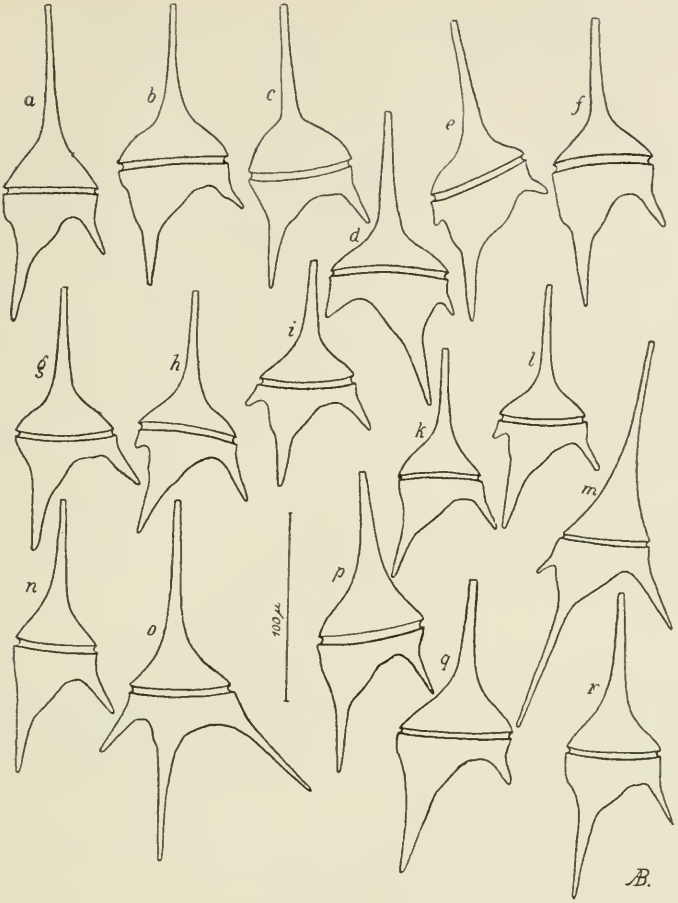


Fig. 11. *Ceratium hirundinella.* Formentypen (1908/09.)
a) 7. Febr. 1908. b) 1. März 1908. c, d, e) 20. Mai 1908. f) 11. Juni 1908. g, h, i) 31. Juli 1908. k, l m) 24. Sept. 1908. n, o) 15. Okt. 1908. p) 22. Nov. 1908. q) 10. Jan. 1909. r) 14. Febr. 1909.

und erreicht ihr Entwicklungsmaximum im Oktober. Gleichzeitig mit den vierhörnigen Formen von *curtum* wird sie nachher seltener und ist schon im Dezember wieder vollständig verschwunden. Nur vereinzelte Cysten (vergl. Fig. 12) erinnern nachher noch an sie. Ihres zeitlich so begrenzten Auftretens wegen konnte keine Cyclomorphose beobachtet werden.

Diese Form mit ihren schlanken Hörnern wäre augenscheinlich dem warmen Wasser vortrefflich angepaßt. Um so überraschender ist es, wenn sie erst mit eintretender Abkühlung erscheint. Gleichzeitig mit ihr erscheinen auch *Clathrocystis aeruginosa* und *Anabaena flos aquae*. Es wäre möglich, daß sie an ähnliche chemische Ver-

hältnisse gebunden wäre wie diese, nämlich an die Gegenwart einer größeren Menge von organischen Stoffen (vergl. pag. 78).

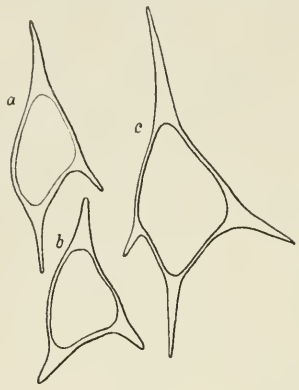


Fig. 12.

Ceratium hirundinella.

Cysten a) u. b) des perennierenden Typus, c) der Herbstform.

Peridinium tabulatum (Ehrbg.) Clap. et Lachmann und *Peridinium cinctum* Ehbg. erweisen sich insofern als Sommerorganismen, als sie in der warmen Jahreszeit das Maximum ihrer Entwicklung erlangen, treten jedoch nur selten in größerer Zahl auf. Doch sind sie nicht auf den Sommer beschränkt, sondern waren im Januar 1909 ebenso zahlreich wie im Sommer.

Glenodinium pusillum Pénard, diese kleine, zierliche Peridinee, erlangt nie eine wesentliche Bedeutung und ist nur intermittierend, im Sommer aber stets vorhanden.

Diatomaceae.[1])

Die Diatomeen liefern die für den Zugersee charakteristischsten Formen. Ihr Entwicklungsmaximum fällt auf die kalte Jahreszeit, in der sie, abwechselnd mit den Dinobryonarten, über die übrigen Planktonformen dominieren.

Von Interesse ist zunächst die formenreiche Gattung *Cyclotella*, die wie folgt vertreten ist:

I. Nicht koloniebildend: *Cyclotella comta* und *Cyclotella bodanica.*

II. Koloniebildend.

A. Ring- oder schraubenförmige Kolonien: *Cyclotella socialis.*

B. Kolonien ± geradlinig.

a) Schalendurchmesser ca. 20 μ. Zellen in ca. 10—15 μ Abstand. *Cyclotella Schroeteri.*

b) Schalendurchmesser 4—7 μ; Zellen eng aneinander liegend.

1. Schalenrand stark abgerundet. Nur wenige Zellen in einer Kolonie. Chromatophoren hell. *Cyclotella melosiroides.*

[1]) Revidiert durch Herrn F. Meister, Horgen.

2. Schalenrand nur wenig abgerundet. Zahlreiche Zellen in einer kettenförmigen Kolonie. Chromatophoren dunkelbraun. *Cyclotella glomerata.*

Cyclotella comta Ktzg. var. *tenuis* Fricke hat einen Durchmesser von 5—32 μ; die Schalenseite ist konvex ausgewölbt und radial gerippt; je die zweite Rippe ist peripher verstärkt.

Diese schmucke Diatomee war zu Anfang der Untersuchungsperiode recht häufig, ist aber schon im zweiten Jahre stark zurückgegangen, war jedoch bis zuletzt noch immer zu finden. Doch sind namentlich große Exemplare selten geworden, und nur durch genaue Beobachtung war es schließlich möglich, diese Art von einzelnen Individuen von der folgenden zu unterscheiden.

Cyclotella bodanica Eulenstein var. *lemanica* Lemm. ist im Zugersee vereinzelt und nur selten. Sie tritt gegenüber der vorigen Form vollständig zurück. Ihre Größe schwankt zwischen 15 und 32 μ, läßt sich also nicht im entferntesten vergleichen mit den großen Formen des Boden- oder Genfersees.

Cyclotella socialis Schütt bildet kettenförmige Kolonien, die spiralig aufgewunden sind. Im Bodensee fand Schütt flache, scheibenförmige Kolonien; vermutlich sind dort die Schraubengänge so niedrig, daß sie in der Aufsicht als Scheiben erscheinen. Die Kolonien kommen dadurch zustande, daß von den einzelnen Zellen aus nach dem Zentrum und zu den Nachbarzellen Nadeln ausstrahlen und wahrscheinlich miteinander verwachsen. Diese Nadeln können durch Färbung von ganz frischem Material gesehen werden, wobei sich die Umgebung, nicht aber die Nadeln färben. Die Untersuchungen von Schütt über den Chemismus dieser Nadeln sind resultatlos geblieben (Lit. 73).

Cyclotella socialis ist eine Winterform. Ihre höchsten Frequenzziffern erreichte sie stets zwischen den Monaten Oktober und März. Im Oktober und November 1906 nahm sie eine dominierende Stellung ein, blieb dagegen in ihrer Entwicklung während des Jahres 1907/08 stark zurück.

Cyclotella Schroeteri Lemm. bildet langgestreckte Kolonien von 4—16 Individuen, die durch Fäden miteinander verbunden sind. Die einzelnen Zellen sind bis 20 μ groß. Die Schalenseite ist nach außen gewölbt und am Rande radial gerippt.

Sie erweist sich als Herbstform. Doch ist sie nie zahlreich und nur zeitweise vorhanden.

Cyclotella melosiroides Lemm. ist die kleinste Cyclotelle des Zugersees. Sie mißt bis 5 μ Durchmesser und erhält ihren Charakter dadurch, daß ihre Schalenseiten aneinanderhaften und so starre, kettenförmige Kolonien zustande kommen.

Diese Form gehört zu den permanent vorhandenen Planktonten, entgeht jedoch ihrer Kleinheit wegen dem Planktonnetz sehr leicht. In den Lohmannschen Filtraten ist sie stets sehr zahlreich bis in große Tiefen vorhanden. Bei 50 m konnte noch keine wesentliche Abnahme, namentlich der Einzelindividuen konstatiert werden. Ihre untere Grenze liegt erst bei ca. 80 m.

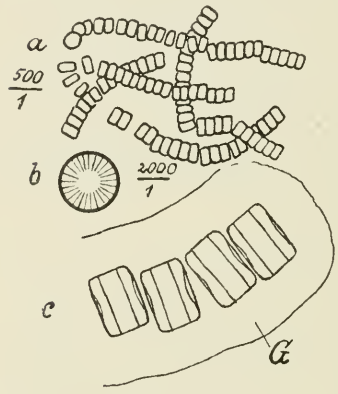


Fig. 13.
Cyclotella glomerata Bachmann.
a) Habitusbild. b) Schalenseite.
c) Gürtelbandseite. G) Gallerthülle.

Cyclotella glomerata Bachmann scheint im Zugersee endemisch zu sein. Bachmann, ein ausgezeichneter Kenner des Plankton sämtlicher Schweizer- sowie zahlreicher ausländischer Seen, fand diese Form schon im Oktober 1898 und beschreibt sie in seiner neuesten Publikation (Lit. 96). Sie weicht sowohl in ihrer Morphologie als auch in ihrem Habitus derart von allen andern Cyclotellenarten ab, daß ich es für gerechtfertigt halte, wenn sie als neue Spezies beschrieben wird.

Die Zellen haben einen Schalendurchmesser von 4—7 μ (meistens 5 μ) und sind 2,5—4 μ dick. Die Schalenseite ist schwach konkav und trägt äußerst schwache Rippen, die nur sehr schwer zu erkennen sind. Ihre Darstellung in Figur 13 ist übertrieben stark, da es schlechtweg unmöglich ist, sie zeichnerisch richtig zu Papier zu bringen.

Die einzelnen Zellen sind in einem Gallertfaden kettenartig eingebettet. Die Gallerthülle kann durch Tusche sichtbar gemacht werden, aus der sie hell herausleuchtet. Die Fäden sind zu lockeren Knäueln ineinander verwickelt.

Übergänge zu andern Arten fehlen. Am nächsten steht die fragliche Art der *Cyclotella melosiroides* Lemm., von der sie aber durch die Art und Weise der Koloniebildung immer noch wesentlich abweicht.

Cyclotella glomerata wurde, wie oben bemerkt, von Prof.

Bachmann schon im Jahre 1898 gefunden. Ich beobachtete sie zuerst im Juli 1906; von da an nahm ihre Zahl bis zum November kontinuierlich zu; im Dezember war sie wieder seltener und bald darauf vollständig verschwunden. Im Juli 1907 erschien sie wiederum und dominierte im Januar 1908. Von 1908 auf 1909 war sie weit seltener, am zahlreichsten im August 1908. Bachmann hat sie im Dezember 1904 als „sehr häufig" notiert. Ihre Periodizität scheint also insofern geregelt zu sein, daß sie frühestens im Juli erscheint, in der Zeit zwischen August und Januar ihre maximale Entwicklung erreicht, nachher wieder abnimmt und spätestens zur Zeit der Frühlingsvollzirkulation wieder verschwunden ist.

Die Cyclotellen sind also samt und sonders Herbstorganismen. Bemerkenswert mag noch sein, daß ihre leeren Schalen, zum Teil noch vollständig erhalten, zum Teil durch die Auflösung der Kieselsäure im Wasser schon angegriffen, am Grunde (197 m) die einzigen Zeugen organischen Lebens im See sind. Der feine Schlamm enthält zahlreiche dieser Schalen, die das Urmaterial wären zu einem späteren „Cyclotellenton" oder einer „Cyclotellenkreide".

Asterionella gracillima (Hantzsch) Heib. Die zierlichen Sterne dieser Diatomee wechseln stark in ihrer Frequenz. Sie sind zahlreich im Frühling und erreichen ihr Entwicklungsmaximum in der Zeit unmittelbar nach der Frühlingsvollzirkulation. Im April und Mai 1906, im Juni 1908 und im März und April 1909 dominierten sie. In den Sommermonaten, meist bis tief in den Herbst hinein, fehlte *Asterionella gracillima* vollständig. Sie trägt als passiven Planktonten sehr häufig die Flagellate *Diplosiga frequentissima.*

Fragilaria crotonensis Kitt. ist speziell im Zürichersee zum Gegenstand einer variationsstatistischen Untersuchung gemacht. Sowohl die konstant bleibenden Größenunterschiede, wie biologische Eigenheiten veranlaßten Schröter und Vogler,[1]) vier Varietäten von *Fragilaria crotonensis* zu unterscheiden. Die im Zürichersee gemachten Beobachtungen bestätigten sich in einer Reihe anderer Schweizerseen.

Da *Fragilaria crotonensis* im Zugersee zwar perennierend, aber in stark wechselnder Frequenz vertreten ist, mußten die variations-

[1]) Schröter und Vogler, Variationsstatistische Untersuchungen über *Fragilaria crotonensis* (Edw.) Kitt. im Plankton des Zürichsees in den Jahren 1896—1901. Vierteljahrsschr. der nat. Ges. Zürich. 1901.

statistischen Untersuchungen auf die Zeiten beschränkt werden, in denen die Bänder zahlreich genug vorhanden waren.

Fragilaria crotonensis scheint im Zugersee in 2 Formen vorzuliegen.

1. Bänder meist gedreht. Individuen alle in der Ebene der Bänder liegend, beinahe eine geschlossene Fläche bildend. Breite der einzelnen Individuen 4—6 μ (breitere Individuen vorwiegend) und Bandbreite 62—80 μ. Gipfel der Variationskurven (nur einmal beobachtet) bei 77 μ.

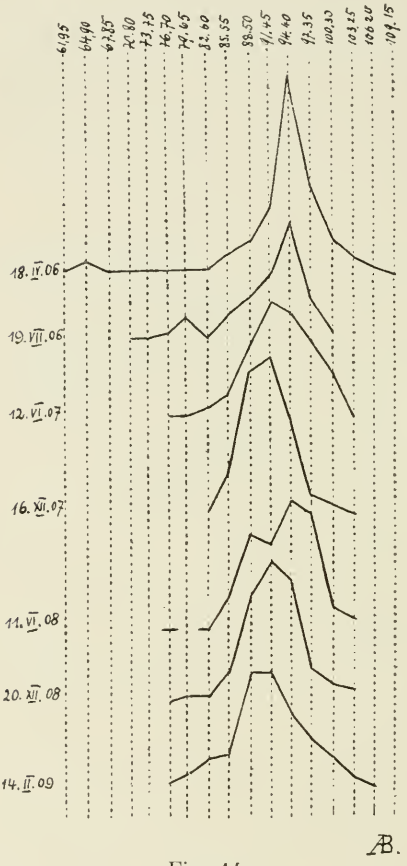


Fig. 14.
Größenvariation von *Fragilaria crotonensis*.

Diese Diagnose stimmt in allen Punkten überein mit derjenigen, die Schröter von der var. *curta* im Zürichsee gibt.

2. Bänder flach. Individuen in der Bandebene gedreht. Breite der einzelnen Individuen 3,75—5,2 μ. Bandbreite 80 bis 103 μ. Gipfel der Variationskurven zwischen 91 und 94 μ.

Diese Form stimmt am besten mit der var. *subprolongata* Schröter und Vogler überein. Zwar sind im Zürichersee die Individuen nur „oft" gedreht, hier immer. Doch verbietet diese kleine morphologische Differenz nicht, die große Form von *Fragilaria crotonensis* des Zugersees als var. *subprolongata* Schroeter und Vogler zu bezeichnen.

Das biologische Merkmal derselben jedoch, die auf ihr schmarotzende Chytridiacee, konnte im Zugersee nicht beobachtet werden.

Meine Beobachtungen bestätigen die Richtigkeit der Schröter-Voglerschen Auffassung der Variationskurven als Rassenmischkurven verschiedener Varietäten, von denen 2 im Zugersee vorkommen.

Var. *curta* ist weitaus seltener. Nur im Juli 1906 vermochte sie sich in der Kurve durch einen Gipfel besonders bemerkbar zu machen. (Vergl. nebenstehende Figur.) Doch ist sie durch ihren Habitus von der andern Form deutlich differenziert und neben dieser stets zu beobachten.

Var. *subprolongata* war immer weitaus häufiger. Sie erreichte ihre maximale Entwicklung jeweils im Winter, war jedoch auch im Sommer nicht selten. Sie dominierte im April 1907 und während des ganzen Winters 1908/09.

Teilweise bestätigt sich auch hier die Beobachtung von Schröter und Vogler, nach der die Bandbreite während gewisser Perioden kontinuierlich abnimmt. Diese Abnahme erklärt sich durch den Teilungsmodus der Diatomeen.

Zu Anfang der Untersuchungsperiode, im April 1906, lag der Kurvengipfel bei 94,4 μ, im Dezember 1907 bei 91,45 μ. Im Laufe von 20 Monaten hatte sich also der Gipfel um 3 μ verschoben (vergl. auch graphische Darstellung!), oder per Jahr um 1,8 μ. Im Juni 1908 betrug die durchschnittliche Bandbreite 92,69 μ, im Februar 1909 nur noch 91,45 μ, was wiederum einer jährlichen Abnahme von ca. 1,8 μ entspricht. Die Verschmälerung der Bänder ist also größer als im Zürichsee, wo sie nur ca. 1 μ per Jahr beträgt.

Über die Ursache der Größenzunahme vom Dezember 1907 zum Juni 1908 sind nur Vermutungen möglich. Schröter und Vogler vermuten, daß entweder Auxosporenbildung, wie bei den Cyclotellen stattfinde, oder daß *Fragilaria crotonensis* sich spontan wieder vergrößern könne. Die Form der Variationskurven scheint sehr für letztere Möglichkeit zu sprechen.

Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kuetzg. zählt zu den seltensten Planktonformen des Zugersees. Sie wurde nur ganz vereinzelt im April und Mai 1906, im Januar und Mai 1907, im März, April und Juni 1908 und endlich im März 1909 gefunden. Sie beschränkt also ihre Anwesenheit auf die kalte Jahreszeit. Die Kolonien waren immer kettenförmig.

Synedra delicatissima W. Sm. ist in stark wechselnder Quantität im Zugersee nahezu immer vorhanden, fehlte aber im Sommer 1907 vollständig. Das Optimum der Entwicklung lag jeweils im Frühling.

Eine ganz kleine Form, var. *brevis* W. Sm. von bloß 15 μ, im Maximum 25 μ Länge, ließ sich stets in großer Menge in den Lohmannschen Filtraten nachweisen (vergl. Tab. X). Sie hält sich

im Sommer mit Vorliebe in Tiefen zwischen 10 und 20 m auf, wo sie dann recht häufig über die anderen Formen dominiert.

Conjugatae.

Die Conjugaten bevorzugen im allgemeinen seichte Gewässer und sind deshalb im Zugersee nur von untergeordneter Bedeutung. Zwar sind die Ufer reich an ihren Vertretern; allein das offene Wasser beherbergt deren nur 2.

Cosmarium scenedesmus Delp. hat dem Zugersee fast nie gefehlt, war jedoch in der Regel nie in großer Menge vertreten. Nur einmal hat es bezeichnenderweise im seichten Untersee dominiert. Gegenüber dem Licht verhält es sich wie *Sphaerocystis Schroeteri*. Unter 20 m Tiefe ist es nur noch selten.

Chlorophyceae.

Bumilleria exilis Klebs ist eine nur schwer sichtbare Form. Sie besteht aus bis 15 μ langen Reihen cylindrischer Zellen von ca. 2 μ Dicke. (Lit. 97, pag. 389 ff. Taf. II, Fig. 17.)

Ich verdanke ihre Kenntnis den Lohmannschen Filtraten. Ihrer Zartheit wegen wird sie wohl meist übersehen. Sie hält sich mit Vorliebe in der Tiefe auf und ist auf den Sommer beschränkt. [1])

Oocystis lacustris Chod. ist eine sehr kleine und wohl deshalb sehr oft übersehene Planktonchlorophycee. Die kleinen Zellen mit den lebhaft grün gefärbten Chromatophoren waren nur im Sommer und nur ganz vereinzelt vorhanden.

Nephrocytium Aghardianum Naeg. ist zeitlich und an Zahl in verschiedenen Jahreszeiten vereinzelt aufgetreten. Es macht nur einen unwesentlichen Bestandteil des Zugerseeplanktons aus, ist aber gerade wegen seiner Seltenheit bemerkenswert.

Pandorina morum (Müller) Bory erwies sich nicht als ständige Zugerseebewohnerin. Sie fand sich nur im Sommer 1908 in ganz vereinzelten Exemplaren.

Botryococcus Braunii Kuetz. fehlt im Zugersee nie. Ihre großen Kolonien schwimmen stets in großer Zahl an der Ober-

[1]) Im Plankton ist *Bumilleria* bisher nie konstatiert worden. „Beide Arten von *Bumilleria (sicula* und *exilis)* sind Bewohner feuchten Bodens, haben also ursprünglich mit dem Plankton nichts zu tun. Sie wachsen aber beide sehr gut in Nährlösungen, könnten daher auch an überschwemmten Orten sehr wohl sich entwickeln und auch in Teiche oder Seen hineinkommen." (Anm. w. d. Druckes nach frdl. Mitt. von Herrn Prof. Klebs.)

fläche. In Übereinstimmung mit zahlreichen andern Autoren beobachtete ich beständig rote und grüne Kolonien. Die roten scheinen die älteren zu sein, in deren Gallerte sich ein Farbstoff entwickelt.

Besonders stark war *Botryococcus Braunii* im Herbst 1906 (in Gesellschaft mit *Clathrocystis aeruginosa* und *Anabaena flos aquae*) und im Frühling 1909 entwickelt.

Sphaerocystis Schroeteri Chod. Die sehr schön grün gefärbten Kolonien dieser Alge sind im Zugersee fast immer, doch in stark wechselnder Menge vertreten. Sie waren zahlreich im Februar 1907, im Februar und März 1908 und während des ganzen ersten Halbjahres 1909.

Für das Licht ist *Sphaerocystis Schroeteri* sehr empfindlich. Sie ist am zahlreichsten an der Oberfläche und gedeiht bis auf 20 m Tiefe. Darunter noch gefischte vereinzelte Exemplare haben gebleichte Chromatophoren und scheinen dem Absterben nahe zu sein.

4. Das Zooplankton.

Protozoa.

Difflugia hydrostatica Zach.
Acanthocystis turfacea Carter
Coleps hirtus Ehrbg.
Vorticella convallaria Ehrbg.

Rotatoria.

Conochilus unicornis Rouss.
Floscularia mutabilis Bolton
Asplanchne priodonta Ehrbg.
Synchacta pectinata Ehrbg.
Hudsonella pygmaea Calman
Mastigocerca capucina Wierz. et Zach.
Brachionus angularis Gosse
var. *rotunda* Rouss.
Anuraea cochlearis Gosse
— *aculeata* Ehrbg.
Anapus testudo Lauterborn
Notholca longispina Kellicot
Polyarthra platyptera Ehrbg.
Triarthra longiseta Ehrbg.
Pedalion mirum Hudson.

Entomostraca.

Daphnia hyalina Leydig
Sida crystallina Leydig
Leptodora hyalina Lilljeborg
Bytotrephes longimanus Leydig
Bosmina longirostris O. F. M.
Cyclops strenuus Fischer
— *Leuckarti* Claus
Diaptomus gracilis G. O. Sars
— *graciloides* Lilljeborg
— *laciniatus* Lilljeborg.

Der geringen Menge des Phytoplanktons entsprechend herrscht im Zugersee im Vergleich zu andern Seen auch kein reiches Tierleben, wenigstens nicht an Quantität. Qualitativ finden wir dieselben Formen wieder, wie sie aus anderen größeren präalpinen Seen bekannt sind. Interessieren mag die Tatsache, daß die von Heuscher (Lit. 35) im Aegerisee gefundenen Zooplanktonten, 22 an der Zahl, im Zugersee samt und sonders wieder vertreten sind, daß allerdings der Zugersee an Arten etwas reicher ist.

Die Beobachtung der einzelnen Spezies hat nur zur Bestätigung von Wahrnehmungen anderer Autoren an anderen Gewässern geführt. Deshalb wird es kaum als Lücke empfunden werden, wenn die Wiedergabe derselben gruppenweise und summarisch geschieht.

Protozoa.

Die *Protozoa* erweisen sich im Zugersee als perennierend. Einzig *Difflugia hydrostatica* bevorzugt die warme Jahreszeit.

Vorticella convallaria läßt sich von verschiedenen Organismen, namentlich aber von *Fragilaria crotonensis* und *Anabaena flos aquae* tragen und wohl auch ernähren (Lit. 3). Daß dieser passive Planktont an seine Träger gebunden ist, ist selbstverständlich.

Die *Protozoa* treten gegenüber den meisten anderen Zooplanktonten stark zurück.

Rotatoria.

Es sind nur wenige Formen dieser Gruppe, welche bei der Bildung der gesamten Planktonmenge lebhaften Anteil nehmen.

Die übrigen treten entweder zeitweise stark zurück oder vermögen sich überhaupt nie zur Geltung zu bringen.

Perennierend sind *Hudsonella pygmaea*, *Anuraea cochlearis*, *Notholca longispina*, *Polyarthra platyptera*.

Sommerformen: *Anapus testudo*, *Mastigocerca capucina*.

Frühlings- und Herbstformen: *Synchaeta pectinata*, *Asplanchne priodonta*, *Triarthra longiseta*.

Die übrigen Formen waren so selten und nur vereinzelt vorhanden, so daß für sie keine bestimmte Periode festgestellt werden konnte. Es betrifft dies allerdings z. T. tycholymnetische Formen, wie *Brachionus angularis* var. *rotunda* und *Anuraea aculeata*, die als zufällig verschwemmte Uferbewohner anzusehen sind.

Die wichtigste Form unter den Rotatorien des Zugersees ist *Anuraea cochlearis*, die das ganze Jahr stets in großer Zahl vorhanden und eine getreue Begleiterin von *Ceratium hirundinella* ist, deren Existenzbedingungen sie vollständig teilt. Variationsstatistische Stichproben ergaben eine völlige Übereinstimmung mit den Resultaten von Lauterborn (Lit. 42), Krätzschmar (Lit. 43) und andern: Verkürzung des Caudalstachels gegen den Sommer hin. Die morphologischen Variationen waren aber im übrigen gering. Es waren nie bemerkenswerte Abweichungen von der typischen Form zu sehen.

Neben *Anuraea cochlearis* waren immer *Polyarthra platyptera* und die zierliche *Notholca longispina* recht zahlreich, während *Hudsonella pygmaea* zwar nie fehlte, aber doch im Sommer ihre maximale Entwicklung zeigte.

Entomostraca.

Die Entomostraken sind unter den Zooplanktonformen quantitativ am stärksten vertreten. Sie sind mit auffallender Regelmäßigkeit immer nahezu gleich zahlreich, höchstens mit der Abweichung, daß das eine Mal die Copepoden, das andere Mal die Daphniden in den Vordergrund treten.

Die wichtigste Form unter den Daphniden ist *Daphnia hyalina*, die nur einmal, im Dezember 1906 verschwunden, sonst aber immer vorhanden war. Sie erreicht jeweils im Sommer ihre maximale Entwicklung.

Bosmina longirostris hielt sich während des ganzen Jahres, war aber nie besonders zahlreich. Sie bevorzugt auch hier

die kalte Jahreszeit, wie dies nach Burkardt, Bally und andern Forschern auch anderwärts der Fall ist.

Leptodora hyalina ist ein Sommerorganismus, während *Bytotrephes longimanus* sich das ganze Jahr über hält. Beide Formen sind sehr selten.

Die Copepoden sind vertreten durch die Gattungen *Cyclops* und *Diaptomus*.

Die *Diaptomus*-Arten waren einmal, im Dezember 1906, in ganz erstaunlich großer Menge vorhanden. Die geschlechtsreifen Tiere dieser Gattung drängten *Cyclops* stark in den Hintergrund. Larven beider Gattungen fehlten vollständig. Ebenso war die sonst immer vorhandene *Daphnia hyalina* vollständig verschwunden.

Dieses Maximum der Entwicklung, verbunden mit Geschlechtsreife, kehrte immer zur selben Zeit, zwischen Dezember und Januar wieder. Aber nie wieder ließ es sich in solchem Maße beobachten wie im Winter 1906/07.

Die *Cyclops*-Arten sind im allgemeinen weniger zahlreich vertreten als die vorige Gattung. *Cyclops strenuus* überdauert den Winter neben den Diaptomiden, während *Cyclops Leuckarti*, wie überall, gegen den Winter hin verschwindet.

Eigenartig ist die Erscheinung, daß sich die Entomostraken im Winter stets deutlich rot färben. Diese Beobachtung deckt sich mit der Tatsache, daß ihre Verwandten in den Alpenseen immer rot gefärbt sind.

Résumé der limnologischen Daten.

1. Geographische Lage: Mitte der Längsachse des Sees 47° 04′ nördl. Breite, 8° 29′ östl. Länge von Greenwich.

2. Höhenlage: 416,7 m ü. M.

3. Hydrographische Daten: Länge 13,5 km; größte Breite 4,5 km; Flächeninhalt 38,236 km²; Volumen 3,21 km³. Mittlere Tiefe 84 m; maximale Tiefe 198 m. Mittlere Pegelschwankungen 16 cm. Flußgebiet der Reuß.

4. Geologische Entstehung: Toter Talboden der Reuß quer zu der den Alpen vorgelagerten Molasse-Antiklinalen.

5. Thermische Daten: Temperierter See. Sprungschicht

in 10—20 m Tiefe. Untere Grenze der jährl. Erwärmung in 100 m Tiefe.

6. Optisches Verhalten: Farbe No. 6—7 der Forel-schen Skala. Transparenz: Maximum 16,2 m (Febr.). Minimum 3,5 m (Mai, Seeblüte). 4,2 m (Juli-August, Wärmeschichtung).

7. Biologie: Makrophytische Uferflora. Besteht aus

Pleuston	2	Spezies
Submerse Wasserpflanzen	8	,,
Emerse Wasserpflanzen	2	,,
Sumpfpflanzen der Seeflora	2	,,
Sumpfpflanzen d. Grenzzone	15	,,
Total:	29	Spezies

Quantitativ am stärksten vertreten sind *Phragmites communis* und *Schoenoplectus lacustris*. Die übrigen Spezies treten stark zurück. Im ganzen sehr einförmige Vegetation.

Plankton.

Phytoplankton.

Schizophyceae	7	Spezies
Flagellatae	7	,,
Peridineae	4	,,
Diatomaceae	18	,,
Conjugatae	2	,,
Chlorophyceae	10	,,
Tycholimnetisches Pl.	9	,,
Phytoplankton total	57	Spezies

Zooplankton.

Protozoa	4	Spezies
Rotatoria	14	,,
Entomostraca	10	,,
Zooplankton total	28	Spezies
Planktonische Organismen total	85	Spezies

Phytoplanktonische Charakteristik: Typischer See. Starkes Hervortreten von *Dinobryon*, *Ceratium* und *Cyclotella*, zeitweise auch *Fragilaria crotonensis*. Starkes Zurücktreten der *Schizophyceen* und *Conjugaten*. Unter den Diatomeen fehlt *Melosira*.

Durchgesehene Literatur.

1. Aeppli, A. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Lieferg. XXXIV, 1894.
2. Amberg, B. Limnologische Untersuchungen des Vierwaldstättersees. Festschrift der nat. Ges. Luzern. 1905.
3. Amberg, O. Beiträge zur Biologie des Katzensees. In.-Diss., Vierteljahrsschr. der nat. Ges. Zürich. 1900.
4. Apstein, C. Das Süßwasserplankton. Methoden und Resultate der quantitat. Untersuchung. Kiel und Leipzig 1896.
5. Aufsess, O. Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Die Wissenschaft, Heft 4. Braunschweig 1905.
6. Bachmann, H. Cyclotella bodanica und ihre Auxosporenbildung. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXIV. 1903.
7. — —, Beitrag z. Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen. Biolog. Centralblatt, Bd. XXI. 1901.
8. — — Der Speciesbegriff. Verhandl. d. schweiz. nat. Gesellschaft. Luzern 1906.
9. — — Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Archiv f. Hydrobiologie u. Planktonkunde, Bd. III. 1907.
10. Bally, W. Der Obere Zürichsee. Beiträge zu einer Monographie. In.-Diss. Zürich. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. III. 1907.
11. Blanc, H. Note sur le Ceratium hirundinella O. F. M., sa variabilité et son mode de réproduction. Bull. de la soc. vaud. des sc. nat. Vol. XX. Lausanne. 1884.
12. Brunntaler, J., Die kolonieenbildenden Dinobryonarten. Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. 1901.
13. Burkardt, G., Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größ. Seen d. Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue suisse de Zoologie, T. VII. 1899.
14. — — Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees. Mitt. d. nat. Ges. Luzern. 1900.
15. Chodat. Algues vertes de la Suisse. Bern 1902.
16. Düggeli, M. Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. In.-Diss. Zürich. Vierteljahrsschr. der nat. Ges. Zürich 1903.
17. Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig 1900.
18. Eyferth, B. Einfachste Lebensformen. 4. Aufl. Braunschweig 1909.

19. Fleiner. Das Unglück in Zug. Zürich 1887.
20. Forel, F. A. Die Temperaturverhältnisse des Bodensees. Bodenseeforschungen. Lindau 1893.
21. — — Le Leman. Monographie limnologique. I—III., Lausanne 1892 bis 1902.
22. — — Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Stuttgart 1901.
23. Frey, O. Talbildung und glaciale Ablagerungen zwischen Emme und Reuß. Neue Denkschr. d. schweiz. nat. Ges. Bd. XLI. 1907.
24. Früh u. Schröter. Die Torfmoore der Schweiz. Bern 1904.
25. Fuhrmann. Beiträge zur Biologie des Neuenburgersees. Biolog. Centralblatt. Bd. XX. 1900.
26. Haeckel, E. Planktonstudien. Jena 1890.
27. Halbfass, W. Ergebnisse neuerer simultaner Temperaturmessungen in einigen tiefen Seen Europas. Petermanns Mittlg. II. 1910.
28. Hansgirg, A. Prodromus der Algenflora von Böhmen. I und II. Prag 1886 und 1892.
29. Heim, A. Die Entstehung der alpinen Randseen. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1894.
30. — — Zur Katastrophe von Zug. Zürich 1887.
31. Heuscher, J. Der Sempachersee und seine Fischereiverhältnisse. Schweiz. Fischereizeitung. 1895.
32. — — Untersuchungen über die Fischereiverhältnisse des Sarnersees. Pfäffikon 1900.
33. — — Thuner- und Brienzersee, ihre biolog. und Fischereiverhältnisse. Pfäffikon 1901.
34. — — Untersuchungen über die biolog. und Fischereiverhältnisse des Klöntalersees. 1903.
35. — — Beiträge zu einer Monographie des Aegerisees etc. Pfäffikon 1906.
36. Hofer, Br. Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee. Bodenseeforschungen. Lindau 1896.
37. Hudson und Gosse. The Rotifera. 2 Bde. und Suppl. 1886—1889.
38. Johannsen, W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1909.
39. Huber, G. Monographische Studien im Gebiete der Montigglerseen (Südtirol) etc. In.-Diss. Zürich. Archiv für Hydrobiologie. 1905.
40. — — Der Kalterersee (Südtirol). Archiv für Hydrobiologie 1907.
41. Kaufmann. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. Lieferung XI, 1872.
42. Kirchner, O. Cryptogamenflora von Schlesien. Breslau 1878.
43. Krätzschmar, H. Über den Polymorphismus von Anuraea aculeata. Internat. Revue für Hydrobiologie etc. 1908.
44. Keissler, K. Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons des Zellersees in Salzburg. Archiv für Hydrobiologie, 1910.
45. Lampert, C. Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1908.
46. Lauterborn, R. Der Formenkreis von Anuraea cochlearis. Verhandl. des nat.-med. Vereins Heidelberg. 1901 und 1903.
47. Lemmermann, E. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen in den Ber. der biolog. Station Plön I—XI, 1893—1903.
48. — — Die Gattung Dinobryon Ehbg. Ber. der deutsch. bot. Ges. 1900.
49. Linder, Ch. Etude de la faune pélagique du lac de Bret. Revue suisse de Zoologie. Genève 1904.
50. Lozeron, H. La répartition verticale du Plancton dans le lac de Zürich

de décbr. 1900 à décbr. 1901. In.-Diss. Zürich. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1902.

51. Lohmann, H. Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der versch. Fangmethoden. Wissenschaftliche Wasseruntersuchungen. Kiel 1902.
52. Magnin, A. Les lacs du Jura. No. 1, Généralités sur la limnologie jurassienne. Lyon-Paris 1895.
53. Migula, W. Kryptogamenflora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. Bd. II, Algen. Gera 1907.
54. Mühlberg, Fr. Beiträge zur Kenntnis des Zugerlandes. Jahresbericht der kant. Industrieschule Zug. 1863.
55. Nägeli, Einzellige Algen. Zürich 1849.
57. Nussbaumer, Th. Über die Verunreinigung von Seen durch Einleitung städtischer Abwässer mit spezieller Berücksichtigung des Zugersees. Vierteljahrsschr. der nat. Ges. Zürich 1909.
58. Oltmanns, Fr. Morphologie und Biologie der Algen. 2 Bde. Jena 1904 und 1905.
59. Ostwald, W. Zur Theorie des Planktons. Biolog. Centralblatt. Bd. XXII. 1902.
60. — — Über eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktonologie, insbesondere über die Bedeutung des Begriffs der „inneren Reibung" des Wassers für dieselbe. Ber. der Stat. Plön. Bd. 10. 1903.
61. Pénard, Les Péridinées du Léman. Bull. de la soc. bot. de Genève. 1891.
62. Penck und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
63. Pfenniger, A. Beiträge zur Biologie des Zürichsees. In.-Diss. Zürich. 1902.
64. Richter, E. Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen. Verh. des 9. deutsch. geogr. Tages zu Wien. Berlin 1891.
65. Roux, Marc. le. Notes biologiques sur le lac d'Annecy. 1904.
66. Schilling, A. Die Süßwasserperidineen. In.-Diss. Basel. Marburg 1891.
67. Schinz und Keller. Flora der Schweiz, 3. Aufl. Zürich 1909.
68. Schönfeldt, H. v. Diatomaceae Germaniae. Berlin 1907.
69. Schröter und Kirchner. Die Vegetation des Bodensees. Bodenseeforschungen. Lindau 1896—1902.
70. Schröter, C. Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrsblatt der nat. Ges. Zürich 1897.
71. Schröter u. Vogler. Variationsstatistische Untersuchungen über Fragilaria crotonensis etc. Vierteljahrsschr. der nat. Ges. Zürich 1901.
72. Schröter und Wilczeck, Notice sur la flore littorale de Locarno. Boll. della soc. tic. di sc. nat. Locarno 1904.
73. Schütt, A. Ein neues Mittel der Koloniebildung bei Diatomaceen etc. Pringsheims Jahrb. Bd. 33. 1902.
74. Seligo, A. Hydrobiologische Untersuchungen. Danzig 1907.
75. — — Tiere und Pflanzen des Seeplanktons. Mikrolog. Bibliothek. Stuttgart 1908.
76. Steuer, A. Planktonkunde, Leipzig 1910.
77. Ule, W. Beitrag zur Instrumentenkunde auf dem Gebiete der Seenforschung. Petermanns Mittlg. Bd. 40. 1894.
78. Van Heurck, H. Synopsis des Diatomées de Belgique. Anvers 1880—1885.
79. Vogler, P. Die Anwendung der Variationsstatistik zur Untersuchung von Planktondiatomeen. Flora od. allgem. botan. Zeitung. 1902.

80. Waldvogel, E. Der Lützelsee und das Lautiker-Ried. Ein Beitrag z Landeskunde. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1900.
81. Warming, E. Oekologische Pflanzengeographie. Berlin 1902.
82. Weissmann, A. Das Tierleben im Bodensee. Bodenseeforschungen. Lindau 1877.
83. Wesenberg-Lund. Studier over de Danske Soers Plancton. Kopenh. 1904.
84. — — Von der Abhängigkeit zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spez. Gewicht des süßen Wassers. Biol. Centralbl. 1900.
85. — — Plancton investigations of the Danish Lakes. Kopenhagen 1908.
86. — — Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons etc. Intern. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrogeographie. Leipzig 1910.
87. Woltereck, R. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrogeographie. Bd. 1—3, Leipzig, 1907—1910.
88. — — Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderungen, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. Verh. der deutsch. zool. Ges. Leipzig 1909.
89. Zacharias, O. Forschungsberichte der biologischen Station Plön. Bd. 1—11, 1893—1903.
90. — — Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 1 ff. 1904.
91. — — Das Tier- und Pflanzenleben des süßen Wassers. 2 Bde. Leipzig 1891.
92. — — Das Süßwasserplankton. Leipzig 1907.
93. Zederbauer, E. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung von Ceratium hirundinella. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 22, 1904.
94. Zschokke, Fr. Beziehungen zwischen der Tiefenfauna subalpiner Seen und der Tierwelt von Kleingewässern des Hochgebirges. Internationale Revue, Bd. 1, 1908.
95. Guyer, O. Beiträge zur Biologie des Greifensees. Archiv für Hydrobiologie. 1910.
96. Bachmann, H. Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. Mitt. der nat. Ges. Luzern, Heft VI. 1911.
97. Klebs, G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.

Inhalt.

Seite

I. Physische Verhältnisse 43
1. Das Seebecken 43
A. Lage und morphologische Verhältnisse 43
B. Entstehung. 44
2. Das Wasser 47
A. Hydrometrische Verhältnisse 47
B. Thermisches Verhalten 48
C. Optisches Verhalten 54
D. Chemisches Verhalten 61
II. Biologie 61
A. Die Uferregion 61
Allgemeiner Charakter der makrophytischen Uferflora 61
Florenliste 66
B. Das Plankton 71
1. Fangmethoden 71
2. Allgemeines. — Vertikale und horizontale Verbreitung des Planktons. — Das Plankton der Zuflüsse 73
3. Das Phytoplankton 80
4. Das Zooplankton 99
III. Résumé der limnologischen Daten. 102
Anhang: Durchgesehene Literatur 104

Curriculum vitae.

Am 17. Oktober 1885 in Peilau (preuß. Schlesien) geboren, kam ich im Jahre 1890 mit meinen Eltern nach deren Heimatstadt Rheinfelden, wo ich die Schulen besuchte. Im Frühling 1901 trat ich in die technische Abteilung der aarg. Kantonsschule zu Aarau ein und verließ diese Anstalt, ausgestattet mit dem Reifezeugnis, im Herbst 1904.

Hierauf besuchte ich als regulärer Studierender die damalige Abteilung VI B der eidg. technischen Hochschule in Zürich und erwarb im Sommer 1907 das Diplom eines Fachlehrers der Naturwissenschaften.

Seit Neujahr 1908 amte ich als Hauptlehrer der naturwissenschaftlich-mathematischen Fächer an der Bezirksschule Seon. In den Ferien und während meiner sonstigen freien Zeit setzte ich meine im Jahre 1906 begonnenen Studien am Zugersee fort und habe die Resultate derselben in vorliegender Dissertation zusammengefaßt, die mit Ende Februar 1911 abgeschlossen wurde.

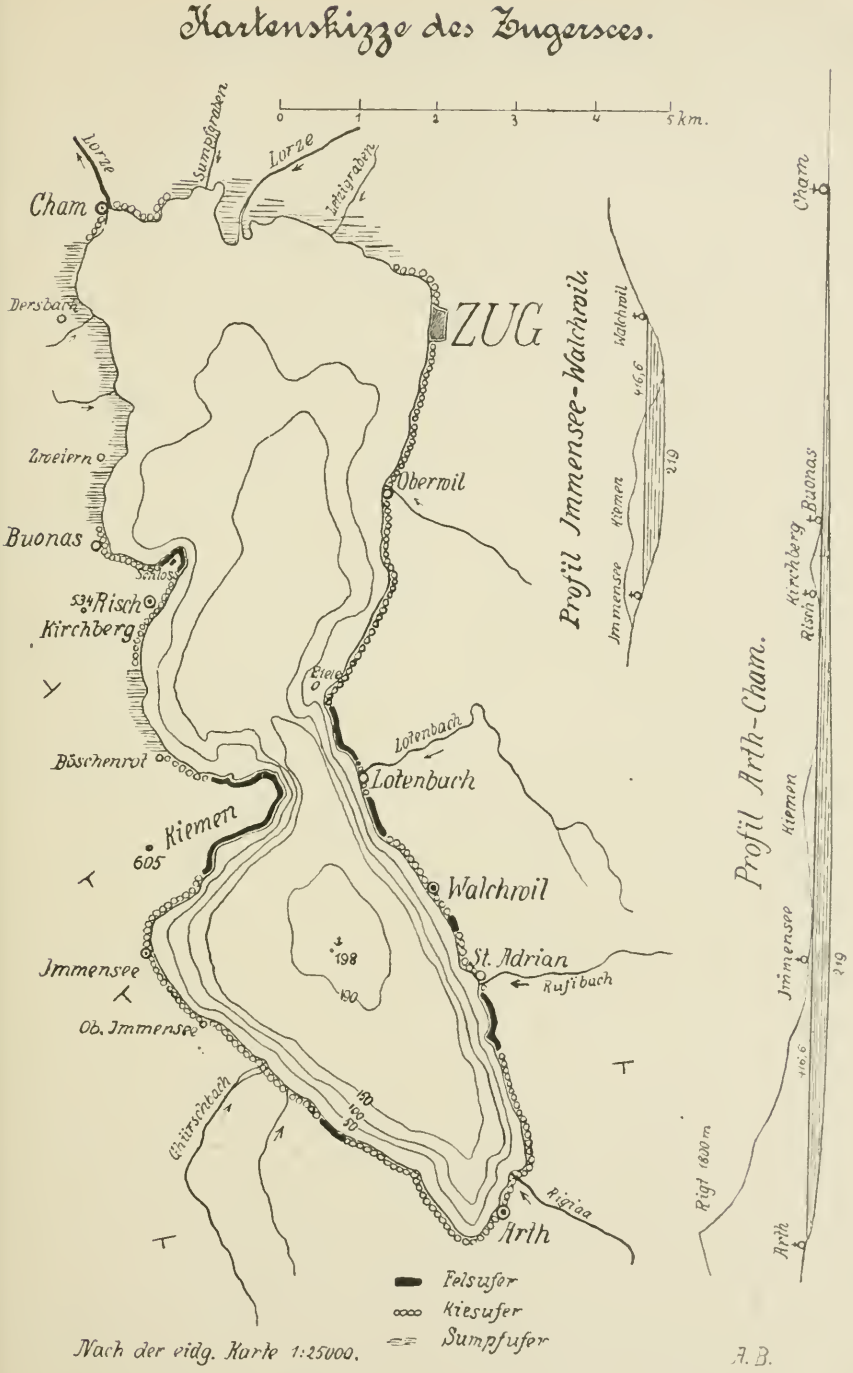


Fig. 1.

A Brutschy, Monographische Studien am Zugersee.

THE LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Santa Barbara

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW.

Series 9482